Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale" n. 119 del 24 maggio 2010 - Serie generale

Spediz. abb. post. 45% - art. 2, comma 20/b
Legge 23-12-1996, n. 662 - Filiale di Roma

DELLA REPUBBLICA ITALIANA

PARTE PRIMA — **Roma - Lunedì, 24 maggio 2010** — SI PUBBLICA TUTTI I GIORNI NON FESTIVI

DIREZIONE E REDAZIONE PRESSO IL MINISTERO DELLA GIUSTIZIA - UFFICIO PUBBLICAZIONE LEGGI E DECRETI - VIA ARENULA 70 - 00186 ROMA
AMMINISTRAZIONE PRESSO L'ISTITUTO POLIGRAFICO E ZECCA DELLO STATO - LIBRERIA DELLO STATO - PIAZZA G. VERDI 10 - 00198 ROMA - CENTRALINO 06-85081

N. 96

DECRETO DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI 19 marzo 2010.

Piano nazionale delle misure protettive contro le emergenze radiologiche.

SOMMARIO

DECRETI PRESIDENZIALI

DECRETO DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI 19 marzo 2010.

Piano nazionale delle misure protettive contro le emergenze radiologiche.

IL PRESIDENTE
DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI

Vista la legge 24 febbraio 1992, n. 225, concernente l'istituzione del Servizio nazionale di protezione civile;

Visto il decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112, recante «Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59» ed in particolare il comma 2 dell'art. 107;

Visto il decreto-legge 7 settembre 2001, n. 343, convertito, con modificazioni, dalla legge 9 novembre 2001, n. 401, ed in particolare l'art. 5;

Visto il decreto legislativo 17 marzo 1995, n. 230, recante «Attuazione delle direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 92/3/Euratom e 96/29/Euratom in materia di radiazioni ionizzanti», ed in particolare l'art. 121;

Ritenuto necessario dare compiuta attuazione al predetto art. 121;

Acquisiti i pareri del Ministero dell'interno, del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, del Ministero della difesa, del Ministero della salute, del Ministero dello sviluppo economico, del Ministero degli affari esteri, del Ministero per le politiche europee, dell'Istituto per la protezione e la ricerca ambientale (ISPRA);

Sulla proposta del Capo del Dipartimento della protezione civile;

Vista la deliberazione del Consiglio dei Ministri, adottata nella riunione del 19 marzo 2010;

Decreta:

È approvato l'allegato Piano nazionale delle misure protettive contro le emergenze radiologiche.

Il Dipartimento della protezione civile curerà periodicamente e comunque ogni tre anni la verifica e l'aggiornamento delle funzioni operative previste per le strutture pubbliche coinvolte nell'attuazione del Piano nazionale introducendo altresì le eventuali modifiche relative alle denominazioni e alla terminologia usate. L'aggiornamento a cura del Dipartimento della protezione civile non concerne quanto previsto esplicitamente dai commi 2 e 3 dell'art. 121 del decreto legislativo 17 marzo 1995, n. 230, e successive modifiche e integrazioni.

Il Dipartimento della protezione civile, in attuazione di quanto previsto dal comma 2 del citato art. 121, curerà la trasmissione del Piano a tutte le Amministrazioni interessate all'intervento di emergenza ed alle Prefetture - Uffici territoriali del Governo affinché sviluppino la pianificazione operativa e predispongano i relativi strumenti di attuazione per quanto di loro competenza.

Il presente decreto sarà pubblicato nella *Gazzetta Ufficiale* della Repubblica italiana.

Roma, 19 marzo 2010

Il Presidente del Consiglio dei Ministri
BERLUSCONI

Presidenza del Consiglio dei Ministri

Dipartimento della Protezione Civile

PIANO NAZIONALE DELLE MISURE PROTETTIVE CONTRO LE EMERGENZE RADIOLOGICHE

Revisione 3.141592653589
1 marzo 2010

Premessa

L'elaborazione di un Piano Nazionale per le emergenze nucleari iniziò, da parte del Dipartimento della Protezione Civile, subito dopo l'incidente di Chernobyl (aprile-maggio 1986).

In una prima stesura, risalente al 1987, il Piano nazionale, utilizzando i risultati degli studi di sicurezza e delle analisi di incidente sviluppati a livello internazionale, prese in considerazione eventi incidentali severi relativi a reattori nucleari ad acqua leggera di potenza di circa 1000 MWe ubicati sul territorio nazionale.

Successivamente, in seguito alla moratoria nucleare decisa dal Governo italiano dopo il referendum del 1987, si rese necessaria una revisione del Piano che tenesse conto della situazione venutasi a creare.

Il Piano Nazionale redatto nel luglio del 1996 prendeva pertanto in considerazione:

a) eventi incidentali con caratteristiche tali da interessare, in linea di massima, solo aree ridotte del territorio nazionale (incidente ad una centrale italiana in disattivazione o ad un impianto nucleare di ricerca, incidente a natanti a propulsione nucleare, incidente durante il trasporto di materiale radioattivo);

b) eventi incidentali origine di dispersione di materiale radioattivo su vaste aree del territorio italiano (incidenti in impianti ubicati oltre frontiera, caduta di satelliti con sistemi nucleari a bordo).

Venivano di conseguenza definite una pianificazione di primo livello, per fronteggiare gli eventi incidentali di tipo a) con gestione lasciata all'organismo di protezione civile locale, ed una pianificazione di tipo b), con rilevanza tale da costituire il Piano Nazionale.

La presente revisione del Piano Nazionale scaturisce da un complesso di fattori, alcuni prettamente tecnici, altri operativi:

- *riesaminare gli scenari incidentali presi a riferimento per la pianificazione degli interventi in caso di incidenti a centrali oltre frontiera, facendo riferimento a situazioni più degradate di quelle assunte in precedenza, al fine di individuare le aree maggiormente a rischio in caso di rilasci transfrontalieri;*
- *aggiornare i livelli dosimetrici di intervento in seguito all'emanazione del Decreto Legislativo 241/00, dove nell'Allegato XII vengono stabiliti gli intervalli di dose per l'introduzione delle misure protettive;*
- *tener conto della normativa emanata dopo il 1996 riguardante in particolare il ruolo delle Regioni ed enti locali nella pianificazione di emergenza e le recenti disposizioni in materia di protezione civile;*
- *aggiornare il quadro relativo alle strutture tecniche centrali e tenere conto della realizzazione delle reti di allarme e della riorganizzazione delle reti di sorveglianza della radioattività ambientale.*

E' doveroso evidenziare che la legge 23 luglio 2009 n. 99 all'articolo 29 ha istituito l'Agenzia per la Sicurezza Nucleare con "funzioni e compiti di autorità nazionale per la regolamentazione tecnica, il controllo e l'autorizzazione ai fini della sicurezza delle attività concernenti gli impieghi pacifici dell'energia nucleare, la gestione e la sistemazione dei rifiuti radioattivi e dei materiali nucleari provenienti sia da impianti di produzione di elettricità sia da attività mediche ed industriali, la protezione dalle radiazioni …". Sempre per effetto dell'articolo 29 della legge citata, fino alla pubblicazione del Regolamento organizzatorio le funzioni trasferite all'Agenzia per la Sicurezza Nucleare continueranno ad essere esercitate dal Dipartimento nucleare, rischio tecnologico e industriale di ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale).

Ad avvenuta pubblicazione del Regolamento organizzatorio di cui sopra, il presente Piano dovrà essere aggiornato tenendo conto del subentro nelle funzioni della predetta Agenzia.

La stesura iniziale della presente versione del Piano Nazionale è dovuta ad un apposito gruppo di lavoro istituito dal Dipartimento della Protezione Civile, comprendente funzionari del Dipartimento stesso nonché funzionari dell'Istituto Superiore di Sanità e dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale.

INDICE

INDICE DELLE TABELLE

INDICE DEGLI ALLEGATI

1 INTRODUZIONE

1.1 OBIETTIVI GENERALI DEL PIANO NAZIONALE

Il Piano Nazionale delle misure protettive contro le emergenze radiologiche (di seguito “il Piano”) individua e disciplina le misure necessarie per fronteggiare le conseguenze degli incidenti che avvengano in impianti nucleari di potenza ubicati al di fuori del territorio nazionale, tali da richiedere azioni di intervento coordinate a livello nazionale e che non rientrino tra i presupposti per l’attivazione delle misure di difesa civile di competenza del Ministero dell’interno.

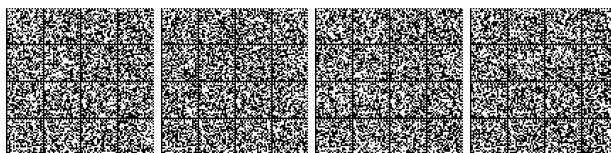
A tale scopo il Piano definisce le procedure operative per la gestione del flusso delle informazioni tra i diversi soggetti coinvolti, l’attivazione e il coordinamento delle principali componenti del Servizio nazionale della protezione civile, e descrive il modello organizzativo per la gestione dell’emergenza con l’indicazione degli interventi prioritari da disporre a livello nazionale ai fini della massima riduzione degli effetti indotti sulla popolazione italiana e sull’ambiente dall’emergenza radiologica.

1.2 PRESUPPOSTI LEGISLATIVI

Il Piano è redatto in ottemperanza a quanto disposto:

- dall'art. 121, comma 1, del decreto legislativo 17 marzo 1995, n. 230, e successive modifiche e integrazioni, il quale stabilisce che *“La Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento per il coordinamento della Protezione Civile, d'intesa con il Ministero dell'Interno, avvalendosi degli organi di protezione civile secondo le disposizioni della legge 24 febbraio 1992, n. 225, e di ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, ex ANPA), predispone un piano nazionale delle misure protettive contro le emergenze radiologiche su tutto il territorio”*;
- dall'art. 107, comma 2 del decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112 il quale stabilisce che tra le funzioni mantenute allo Stato in materia di protezione civile vi è *“la predisposizione, d'intesa con le regioni e gli enti locali interessati, dei piani di emergenza in caso di eventi calamitosi di cui all'art. 2, comma 1, lettera c) della legge 24 febbraio 1992, n. 225, e la loro attuazione”*;
- dall’art. 5, commi 2,3,4 del decreto-legge 7 settembre 2001, n. 343, coordinato con la legge di conversione 9 novembre 2001, n. 401 e s.m.i. il quale stabilisce che *“Il Presidente del Consiglio dei Ministri predispone gli indirizzi operativi dei programmi di previsione e prevenzione dei rischi, nonché i programmi nazionali di soccorso e i piani per l'attuazione delle conseguenze misure di emergenza, di intesa con le regioni e gli enti locali. ... Per lo svolgimento delle attività previste dal presente articolo, il Presidente del Consiglio dei Ministri si avvale del Dipartimento della Protezione Civile…”*.

L'art. 121 comma 3 del D. Lgs. 230/95 stabilisce inoltre che i presupposti tecnici di riferimento sia per gli scenari di evento incidentale transfrontaliero, sia per quelli non preventivamente correlabili con alcuna area specifica del territorio nazionale, siano proposti da ISPRA, sentita la Commissione Tecnica per la sicurezza nucleare e la protezione sanitaria, di cui all'art. 9 dello stesso decreto.

Per quanto concerne i valori dosimetrici di riferimento per la pianificazione degli interventi in condizioni di emergenza, il Piano fa riferimento all’allegato XII del Decreto Legislativo 230/95 e s.m.i.

Inoltre, il Piano è redatto considerando quanto disposto nella seguente normativa nazionale:

- Legge 24 febbraio 1992, n. 225 e s.m.i. "Istituzione del Servizio Nazionale di Protezione Civile";
- Decreto Legislativo 30 luglio 1999, n. 300, che nel comma 1 dell'articolo 14 attribuisce "*al Ministero dell'Interno le funzioni e i compiti spettanti alla Stato in materia di ... difesa civile*";
- Legge Costituzionale 18 ottobre 2001 n. 3 "Modifiche al titolo V della parte seconda della Costituzione";
- Articolo 6 del D.L. 6 maggio 2002, n. 83, convertito con modificazioni dalla Legge 2 luglio 2002 n. 133;
- Legge 27 dicembre 2002, n. 286 "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 4 novembre 2002, n. 245, recante interventi urgenti a favore delle popolazioni colpite dalle calamità naturali nelle regioni Molise e Sicilia, nonché ulteriori disposizioni in materia di protezione civile";
- Direttiva del Presidente del Consiglio dei ministri 27 febbraio 2004 "Indirizzi operativi per la gestione organizzativa e funzionale del sistema di allertamento nazionale e regionale per il rischio idrogeologico e idraulico ai fini di protezione civile";
- Decreto Legislativo 8 marzo 2006, n. 139, che al comma 5 dell'articolo 24 prevede che il Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco "*nell'ambito delle proprie competenze istituzionali, in materia di difesa civile: a) fronteggia, anche in relazione alla situazione internazionale, mediante presidi sul territorio, i rischi non convenzionali derivanti da eventuali atti criminosi compiuti in danno di persone o beni, con l'uso di armi nucleari, batteriologiche, chimiche o radiologiche; b) concorre alla preparazione di unità antincendi per le Forze armate; c) concorre alla predisposizione di piani nazionali e territoriali di difesa civile; ...*";
- Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri del 3 dicembre 2008, concernente "Indirizzi operativi per la gestione delle emergenze";
- Decreto del Presidente del Consiglio dei ministri del 3 dicembre 2008 "Organizzazione e funzionamento di SISTEMA presso la Sala Situazioni Italia del Dipartimento della protezione civile";

nonché nelle Convenzioni Internazionali, nei Regolamenti e nelle Direttive Comunitarie seguenti:

- Decisione del Consiglio del 14 dicembre 1987 concernente le modalità comunitarie di uno scambio rapido d'informazioni in caso di emergenza radioattiva (87/600/EURATOM);
- Direttiva del Consiglio (89/618/EURATOM) del 27 novembre 1989 concernente l'informazione della popolazione sui provvedimenti di protezione sanitaria applicabili e sul comportamento da adottare in caso di emergenza radioattiva, attuata con decreto legislativo del 17 marzo 1995 n. 230;
- Convenzione sulla tempestiva notifica di incidente nucleare, adottata dalla IAEA (International Atomic Energy Agency) il 26 settembre 1986 e ratificata il 31 ottobre 1989;
- Convenzione sull'assistenza in caso di incidente nucleare o di situazione di emergenza radiologica, adottata dalla IAEA il 26 settembre 1986 e ratificata il 9 aprile 1990.

2 SCENARIO DI RIFERIMENTO E SORGENTI DI RISCHIO

2.1 PREMESSA

I presupposti tecnici alla base del presente Piano derivano da una rivalutazione dei presupposti definiti nel 1995 ed assunti a base del Piano emanato nel 1997, elaborati considerando eventi incidentali in impianti nucleari al di fuori dei confini nazionali, così come previsto dall'art. 121 del D. Lgs. n. 230 del 1995 e successive modifiche e integrazioni.

Il Piano emanato nel 1997 considerava scenari incidentali comportanti la fusione del nocciolo del reattore nucleare (denominati incidenti "severi"), ipotizzando comunque una capacità del sistema di contenimento di limitare il rilascio all'ambiente degli elementi radioattivi liberati a seguito dell'evento.

In data 24 febbraio 2004 il Dipartimento della Protezione Civile ha richiesto a ISPRA di estendere le capacità di copertura previste dal Piano nazionale, tenuto conto che la pianificazione di emergenza rappresenta l'ultimo dei livelli previsti nell'approccio della difesa in profondità, adottato nella filosofia di sicurezza delle installazioni nucleari quale protezione a fronte della componente residua del rischio.

I risultati di tale rivalutazione, effettuata da ISPRA, sentita la Commissione Tecnica per la Sicurezza Nucleare e la Protezione Sanitaria, ex art. 9 D. Lgs n. 230/95 e successive modifiche e integrazioni, sono riportati nei documenti *"Presupposti tecnici del Piano nazionale delle misure protettive contro le emergenze nucleari e radiologiche – Aggiornamento per gli eventi di origine transfrontaliera – rev. 1 novembre 2006"* (Allegato 1) e *"Basi tecniche per l'aggiornamento dei presupposti del Piano nazionale delle misure protettive contro le emergenze nucleari e radiologiche. Eventi di origine transfrontaliera – Rev. 1 novembre 2006"* (Allegato 2).

I presupposti tecnici del Piano sono stati valutati facendo riferimento a situazioni definite in modo tale da costituire un inviluppo rispetto a quelle utilizzate a riferimento per le pianificazioni di emergenza nei paesi che ospitano gli impianti prossimi al confine nazionale. In particolare, le situazioni considerate sono rappresentative di scenari di riferimento caratterizzati da un processo di danneggiamento del nocciolo del reattore e da una perdita della funzione di contenimento. Rispetto a scenari di tale natura è comunque considerato ragionevole ipotizzare un'efficacia parziale delle capacità di mitigazione esistenti sul sito.

Lo scenario incidentale preso a riferimento nel presente Piano non esaurisce la casistica di possibili eventi incidentali riguardanti l'utilizzo o il trasporto di materie radioattive o fissili nel territorio italiano. La normativa italiana definisce infatti differenti tipologie di eventi incidentali, specificando in ogni caso le responsabilità di pianificazione e intervento.

Preliminarmente va precisato che in generale ad ogni tipologia di rischio radiologico deve comunque corrispondere, prima della fase di pianificazione vera e propria, una fase di valutazione tecnico-scientifica dei possibili scenari di riferimento, delle loro conseguenze sull'ambiente e sulla salute della popolazione, dei mezzi necessari per il rilevamento e la misurazione della radioattività nonché degli ambiti territoriali coinvolti dall'incidente stesso.

Afferiscono a questo contesto logico le seguenti tipologie di pianificazione oggetto di specifica disciplina normativa e atte a mitigare le conseguenze di eventi incidentali che possano avvenire in :

- Centrali nucleari italiane in fase di disattivazione e centri di ricerca, stabilimenti nucleari o luoghi nei quali si impiegano o si detengono sostanze radioattive. Il Decreto Legislativo 17 marzo 1995, n. 230 e s.m.i. richiede uno specifico Rapporto Tecnico, a

cura dell'esercente, e uno specifico Piano di Emergenza, approvato dal Prefetto responsabile territorialmente; per le centrali in fase di disattivazione la procedura autorizzativa prevede una stima degli effetti sull'ambiente esterno e un programma di radioprotezione per l'eventualità di una emergenza;

- Aree portuali interessate dalla presenza di naviglio a propulsione nucleare. Il DPCM 10 febbraio 2006 "Linee guida per la pianificazione di emergenza nelle aree portuali interessate dalla presenza di naviglio a propulsione nucleare, in attuazione dell'articolo 124 del Decreto legislativo 17 marzo 1995, n. 230 e s.m.i." richiede un Rapporto Tecnico generale per tutte le aree portuali (a cura del Ministero della Difesa per la parte relativa al naviglio di tipo militare) e uno specifico Piano di Emergenza approvato dal Prefetto responsabile territorialmente d'intesa con la Regione;

- Trasporti di materie radioattive o fissili. Il DPCM 10 febbraio 2006 "Linee guida per la pianificazione di emergenza per il trasporto di materie radioattive e fissili, in attuazione dell'articolo 125 del Decreto legislativo 17 marzo 1995, n. 230 e s.m.i." richiede un Rapporto Tecnico generale per ogni modalità di trasporto (a cura di ISPRA, Dipartimento nucleare, rischio industriale e tecnologico) e un Piano di Emergenza per ogni provincia italiana, approvato dal Prefetto responsabile territorialmente d'intesa con la Regione;

- Trasporto di combustibile nucleare irraggiato. Il già citato DPCM 10 febbraio 2006 "Linee guida per la pianificazione di emergenza per il trasporto di materie radioattive e fissili, in attuazione dell'articolo 125 del Decreto legislativo 17 marzo 1995, n. 230 e s.m.i." richiede un Rapporto Tecnico per ogni singolo trasporto e un Piano di Emergenza, sempre per ogni singolo trasporto, approvato dal Prefetto responsabile territorialmente d'intesa con la Regione;

- Sorgenti orfane. Il Decreto Legislativo 6 febbraio 2007, n.52, richiede un Piano di Emergenza per ogni Provincia italiana, approvato dal Prefetto responsabile territorialmente.

Deve essere sottolineato che il quadro degli eventi, così come evidenziato in precedenza, ha caratteristiche tali da far assumere come consistente e credibile l'ipotesi di emergenze gestibili a livello locale e non nazionale. Qualora specifici Rapporti Tecnici evidenziassero invece scenari coinvolgenti frazioni estese del territorio nazionale, tali scenari dovrebbero essere inseriti nel Piano Nazionale, con rilevanza analoga a quanto fatto per il caso dell'incidente transfrontaliero. Potrebbero rientrare in questa categoria eventi incidentali derivanti da attività non conosciute a priori e eventi di caduta sul territorio italiano di satelliti a propulsione nucleare o comunque con sistemi nucleari a bordo.

Al di là delle specificità, si ritiene comunque che le procedure operative per la gestione del flusso delle informazioni tra i diversi soggetti coinvolti, l'attivazione e il coordinamento delle principali componenti del Servizio nazionale della Protezione Civile, così come definite nel presente Piano, siano il corretto riferimento anche per la gestione di questi eventi.

Una modifica sostanziale a questo assetto pianificatorio sarà data invece dalla entrata in esercizio di nuovi impianti nucleari di potenza nel territorio nazionale. Senza entrare nel merito della tempistica di tale evento, si renderà comunque indispensabile, contestualmente alla

costruzione di nuovi impianti nucleari e sulla base della conoscenza dei dettagli progettuali, procedere ad una revisione del documento di Presupposti Tecnici da parte di ISPRA per una nuova versione del Piano nazionale da parte del Dipartimento della Protezione Civile.

2.2 PRESUPPOSTI TECNICI E SCENARI DI RIFERIMENTO

I tipi di scenario identificabili, nel caso di centrali nucleari con reattori ad acqua leggera (fino a 1500 MWe) sono raggruppati nelle seguenti due classi:

Classe A Questa classe comprende gli incidenti di progetto (rottura della tubazione d'impianto di diametro maggiore, espulsione repentina di una barra di controllo, ecc.), incluse quelle sequenze valutate assumendo, oltre al malfunzionamento dei sistemi ausiliari, una degradazione nella efficacia dei sistemi di abbattimento dei prodotti di fissione (filtri, piscine d'acqua, ecc.) o una parziale fusione del nocciolo. Questa classe, con le suddette sequenze più degradate, è quindi rappresentativa della massima gravità cui possono arrivare gli incidenti base di progetto. I rilasci calcolati, viste le ipotesi prudenziali sopra descritte circa l'efficacia dei sistemi di abbattimento dei rilasci stessi, arrivano fino a circa $4,5 \cdot 10^{13}$ Bq, pari ad una frazione dell'inventario dei prodotti di fissione del nocciolo dell'ordine di 10^{-5}.

Classe B Questa classe comprende gli scenari incidentali particolarmente gravi, di probabilità molto bassa, nel corso dei quali, pur avendo luogo una serie di malfunzionamenti ai sistemi di salvaguardia e di danni al nocciolo, si può realisticamente ipotizzare che:

- nel caso di eventi che traggano origine all'interno dell'impianto, i sistemi di abbattimento e di contenimento, pur parzialmente degradati, possano continuare ad offrire una barriera atta a limitare il rilascio all'ambiente;
- nel caso di eventi di origine esterna, che possano avere come effetto primario la perdita del sistema di contenimento, le azioni di recupero e di mitigazione dei danni a carico del nocciolo del reattore, necessarie ove eventualmente quest'ultimo risenta del possibile evento iniziatore, possano dar luogo all'arresto del processo di fusione generalizzata o, qualora quelle azioni non avessero successo, sia comunque possibile dar luogo ad un parziale abbattimento dei particolati radioattivi. I rilasci calcolati in dette condizioni sono dell'ordine di un decimo dell'inventario complessivo dei prodotti di fissione, cioè circa 10^{19} Bq.

Ai fini dell'aggiornamento del Piano sono stati assunti a riferimento scenari della classe B, come sopra configurati.

La caratterizzazione in composizione e tempi di emissione della sorgente è stata ricavata dai risultati di studi effettuati prevalentemente negli Stati Uniti d'America, che hanno preso in esame diverse tipologie di impianti, di diverse generazioni. Da questi studi è scaturita la normativa, attualmente applicata in quel paese, riguardante il termine di sorgente da assumere a riferimento per la scelta dei siti e per la progettazione degli impianti. Detto termine di sorgente fa proprio riferimento a condizioni di incidente severo ed individua le frazioni di inventario di radioisotopi che dal reattore si possono rendere disponibili al contenimento nel corso di una sequenza inviluppo. Vengono individuati diversi intervalli temporali che partono da mezz'ora dopo l'evento iniziatore e il rilascio dei radioisotopi dal nocciolo fuso verso il contenimento si conclude in circa 10 ore.

Ai fini della definizione dei presupposti tecnici si considera che il contenimento sia solo parzialmente degradato o che, in presenza di degradazioni severe del contenimento, possano aver luogo interventi intesi a refrigerare il nocciolo, ad allagare la cavità reattore o a spruzzare acqua nel contenitore. Si suppone cautelativamente che la durata del rilascio all'ambiente sia di due ore. In particolare vengono assunti a riferimento i parametri di rilascio specificati nel quadro sintetico di seguito riportato.

Caratterizzazione del rilascio conseguente alle ipotesi incidentali inviluppo

Forma fisica: si distinguono diverse classi di radionuclidi, in funzione del relativo comportamento.

- Gas nobili
- Alogeni
- Metalli Alcalini
- Gruppo del Tellurio
- Bario e Stronzio
- Metalli Nobili
- Gruppo del Cerio
- Lantanoidi

Forma chimica: le forme chimiche considerate negli studi sono molto varie e ripercorrono gli scenari più probabili.

Entità del rilascio: il rilascio all'ambiente è rappresentato dalla frazione di inventario dei radionuclidi contenuti nel nocciolo allo spegnimento del reattore. Sulla base delle considerazioni sviluppate nel documento di basi tecniche (Allegato 2), associato al documento di Presupposti Tecnici (Allegato 1), sono stati assunti i seguenti valori:

Isotopi	Frazioni di rilascio
Gas nobili (^{133}Xe, ^{88}Kr)	1
Alogeni (^{131}I)	0,075
Metalli Alcalini (^{137}Cs, ^{134}Cs)	0,075
Gruppo del Tellurio (^{132}Te)	0,0305
Bario, Stronzio (^{89}Sr, ^{90}Sr, ^{140}Ba)	0,012
Metalli Nobili (^{103}Ru, ^{106}Ru)	0,0005
Gruppo del Cerio (^{144}Ce)	0,00055
Lantanoidi (^{140}La)	0,00052

Altezza del rilascio: rilascio al suolo

L'energia associata al rilascio: relativamente modesta e tale da non influenzare le concentrazioni al suolo dei vari radionuclidi rispetto alle ipotesi di rilascio a quota campagna.

Durata del rilascio: 2 h

2.2.1 Stima delle conseguenze radiologiche

Assumendo il termine di sorgente inviluppo sopra definito, sono state effettuate alcune simulazioni sulla dispersione atmosferica, a lunga distanza, dei radionuclidi rilasciati, prendendo a riferimento due impianti particolarmente prossimi ai confini nazionali: Krško (Slovenia) e St. Alban (Francia).

La scelta di queste due centrali ai fini delle stime condotte deriva principalmente dalla loro vicinanza al territorio italiano rispetto ad altre installazioni e da considerazioni relative ad altri fattori rilevanti quali la configurazione orografica e la direzione dei venti dominanti; la scelta non implica alcuna valutazione di merito sul livello di sicurezza di tali centrali.

Per le simulazioni è stato utilizzato il codice Apollo del sistema ARIES (Accidental Release Impact Evaluation System), sistema di calcolo utilizzato per la valutazione della dispersione atmosferica a lunga distanza di inquinanti stabili o con decadimento rilasciati da sorgenti puntiformi (vedi sub paragrafo 3.4.1.1). Il sistema è operativo presso il Centro di Emergenza Nucleare (CEN) di ISPRA. ARIES è stato utilizzato ipotizzando condizioni meteorologiche particolarmente sfavorevoli, individuate sulla base di effettive situazioni atmosferiche verificatesi nell'arco di alcuni anni.

Dette simulazioni sono state effettuate ipotizzando in particolare il rilascio dei seguenti radioisotopi, individuati come più rilevanti ai fini della valutazione delle dosi sulla base degli inventari, pesati con i fattori di dose relativi al gruppo più esposto della popolazione:

^{88}Kr (≈ 10^{18} Bq)
^{89}Sr (≈ 10^{16} Bq)
^{90}Sr (≈ 10^{15} Bq)
^{103}Ru (≈ 10^{15} Bq)
^{106}Ru (≈ 10^{14} Bq)
^{131}I (≈ 10^{17} Bq)
^{132}Te (≈ 10^{17} Bq)
^{133}Xe (≈ 10^{18} Bq)
^{134}Cs (≈ 10^{16} Bq)
^{137}Cs (≈ 10^{16} Bq)
^{144}Ce (≈ 10^{15} Bq)

I risultati ottenuti sono riportati in maggior dettaglio nelle Tabelle 1 – 4 che seguono. In particolare:

- i valori di dose sono riferiti all'esposizione da inalazione nelle 48 h successive all'evento, in quanto i calcoli effettuati hanno mostrato che il contributo alla dose di tale via di esposizione risulta preponderante; calcoli effettuati per tempi più lunghi (5 giorni, 7 giorni) non hanno mostrato incrementi significativi rispetto alle dosi da inalazione valutate per 48 h;
- i radionuclidi che contribuiscono maggiormente alla dose da inalazione sono lo ^{131}I e, per un fattore 10 più basso, il ^{132}Te, mentre i contributi degli altri radionuclidi risultano trascurabili;
- la deposizione al suolo, che assume valori fino a 10^6 Bq/m^2, è tale da non far prevedere, nelle prime 48 ore, contributi significativi alla dose dall'irraggiamento diretto dal suolo. Tale dose è destinata a crescere successivamente alle 48 h, ma non risulta essere tale da poter variare l'ordine di grandezza delle dosi efficaci; ciò pur assumendo che la deposizione rimanga invariata e che i tempi di esposizione siano dell'ordine del mese.

La deposizione al suolo è certamente degna di attenzione ai fini dei controlli radiometrici di medio - lungo termine da effettuarsi sulle matrici alimentari ed ambientali.

Tabella 1 Valori massimi della dose efficace da inalazione (mSv) di ^{131}I sul territorio nazionale, nelle 48 ore successive all'evento, risultanti dall'applicazione del termine di sorgente inviluppo alle centrali di Krško e St. Alban

Gruppi di popolazione	Dose efficace (mSv)	
	Krško	**St. Alban**
Adulti	0,8[1]	2,0[2]
Bambini	1,5[1]	3,5[2]
Lattanti	1,0[1]	2,5[2]

Tabella 2 Distribuzione territoriale delle dosi efficaci (mSv) da ^{131}I per il gruppo di popolazione dei bambini

Intervallo di dose (mSv)	Krško	St. Alban
1 < dose < Val. max	**1-1,5** Aree limitate del Friuli Venezia Giulia	**1-3,5** Piemonte, Valle d'Aosta, aree delle regioni Lombardia e Liguria
0,1 – 1,0	Regioni del Nord- Est ed Emilia Romagna	Gran parte del Nord Italia

Tabella 3 Valori massimi della dose equivalente alla tiroide (mSv) da ^{131}I sul territorio nazionale, nelle 48 h successive all'evento, risultante dall'applicazione del termine di sorgente inviluppo alle centrali di Krško e St. Alban

Gruppi di popolazione	Dose equivalente alla tiroide (mSv)	
	Krško	**St. Alban**
Adulti	16	40
Bambini	27	70
Lattanti	20	50

[1] L'intervallo tra circa 0,5 mSv ed il valore massimo indicato impegna una estensione dell'ordine dei 20.000 Km^2

[2] L'intervallo tra circa 0,5 mSv ed il valore massimo indicato impegna una estensione dell'ordine dei 40.000 Km^2

Tabella 4 Distribuzione territoriale della dose equivalente alla tiroide (mSv) da ^{131}I per il gruppo di popolazione dei bambini

Intervallo di dose	**Krško**[3]	**St. Alban**[4]
10 < dose < Val. max	**10-27** Aree delle regioni in prossimità del confine di Nord-Est	**10-70** Piemonte, Valle d'Aosta, aree Liguria, Lombardia, Emilia Romagna

In sintesi, tenendo anche presenti i margini di variabilità che caratterizzano le stime delle conseguenze radiologiche a lunga distanza, per i due casi ipotizzati, applicando cioè il termine di sorgente inviluppo alle centrali di St. Alban e di Krško, si evidenziano i seguenti risultati:

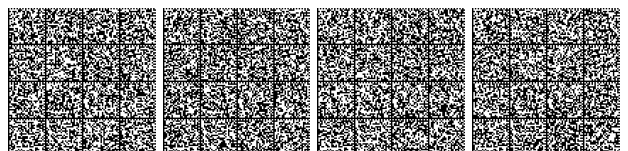
- i valori massimi delle dosi risultano dello stesso ordine di grandezza. Nel caso di St. Alban sono interessate aree più ampie;
- su aree delle regioni del Nord e del Centro-Nord d'Italia più prossime all'impianto interessato dall'ipotetico evento incidentale, le dosi efficaci da inalazione risultano pari ad alcune unità di mSv e la dose equivalente alla tiroide risulta pari ad alcune decine di mSv;
- la deposizione al suolo di radionuclidi, che in alcuni casi raggiunge valori di 10^6 Bq/m^2, è tale da richiedere il controllo radiometrico delle matrici ambientali ed alimentari su estese superfici del territorio nazionale, finalizzato a fornire le necessarie basi tecniche per eventuali decisioni in merito all'adozione di misure restrittive sugli alimenti.

I risultati delle stime di dose effettuate fanno ritenere che l'eventuale adozione di misure protettive di riparo al chiuso e di somministrazione di iodio stabile permetterebbe di evitare alcune unità di dose efficace ed alcune decine di mSv di dose equivalente alla tiroide. Tali valori di dose evitabile si collocano nell'intorno dei valori inferiori dei livelli d'intervento, per i quali l'Allegato XII al D. Lgs. n. 230/1995 e s.m.i. indica di prendere in considerazione l'eventuale adozione delle succitate contromisure di riparo al chiuso e iodoprofilassi.

Per quanto riguarda in particolare la iodoprofilassi, l'Organizzazione Mondiale della Sanità (WHO) ha elaborato nel 1999 delle Linee Guida sia per tenere conto dell'eccesso di carcinoma alla tiroide osservati dopo l'incidente di Chernobyl rispetto a quelli attesi nella popolazione infantile, sia dei risultati dell'esperienza di iodoprofilassi in Polonia ($1{,}7 \cdot 10^7$ dosi distribuite, di cui $1{,}0 \cdot 10^7$ a bambini).

In tale documento WHO propone livelli di riferimento di dose per l'adozione della iodoprofilassi distinti per gruppi di popolazione, in quanto il rischio di induzione di carcinoma tiroideo da iodio radioattivo è dipendente dall'età al momento dell'esposizione. In particolare viene raccomandato il livello di riferimento di 10 mGy di dose evitabile alla tiroide per neonati, infanti, bambini, adolescenti fino a 18 anni, donne in gravidanza e allattamento (vedi Allegato 3 e Allegato 4).

[3] L'intervallo tra circa 10 mSv ed il valore massimo indicato impegna una estensione dell'ordine dei 20.000 Km^2

[4] L'intervallo tra circa 10 mSv ed il valore massimo indicato impegna una estensione dell'ordine dei 40.000 Km^2

3 LINEAMENTI DELLA PIANIFICAZIONE E STRATEGIA OPERATIVA

3.1 PREMESSA

Gli obiettivi che il sistema nazionale di protezione civile deve conseguire per fronteggiare una situazione di emergenza, nell'ambito della direzione unitaria dei servizi di soccorso e di assistenza alla popolazione, costituiscono i lineamenti della pianificazione.

Nei paragrafi successivi vengono sintetizzati gli obiettivi principali da conseguire per garantire un'efficace gestione dell'emergenza e, quindi, per la definizione del modello di intervento del piano di emergenza. Ciascun obiettivo viene illustrato mediante:

- una definizione iniziale, in cui viene spiegata in sintesi la motivazione per cui lo specifico obiettivo deve essere conseguito;
- l'individuazione dei soggetti che partecipano alle attività necessarie al conseguimento dei suddetti obiettivi;
- le indicazioni di massima che individuano la strategia operativa per il raggiungimento degli stessi.

Obiettivi della presente pianificazione sono:

1. assicurare la funzionalità del sistema di allertamento e lo scambio delle informazioni in ambito nazionale e internazionale (paragrafo 3.2);
2. assicurare il coordinamento operativo per la gestione unitaria delle risorse e degli interventi (paragrafo 3.3);
3. assicurare il monitoraggio delle matrici ambientali e delle derrate alimentari nel corso dell'evento (paragrafo 3.4);
4. attuare le misure a tutela della salute pubblica (paragrafo 3.5);
5. assicurare l'informazione pubblica sull'evoluzione dell'evento e sui comportamenti da adottare (paragrafo 3.6).

3.2 FUNZIONALITÀ DEL SISTEMA DI ALLERTAMENTO E SCAMBIO DELLE INFORMAZIONI NAZIONALI E INTERNAZIONALI

	Descrizione
Obiettivo	Assicurare il corretto e tempestivo scambio delle informazioni fra i vari soggetti coinvolti nell'attuazione del piano per l'attivazione delle procedure pianificate
Soggetti coinvolti	Dipartimento della Protezione Civile, ISPRA, DVVFSPDC, Regioni, Organismi internazionali (IAEA, UE)
Strategia operativa	- Garantire la pronta ricezione e comunicazione della notizia dell'evento - Assicurare il tempestivo allertamento di componenti e strutture operative del SNPC - Mantenere un efficace sistema di scambio di informazioni con gli enti internazionali - Assicurare il continuo scambio delle informazioni fra le varie reti di rilevamento al fine del monitoraggio della radioattività presente sul territorio nazionale

Il sistema di allertamento individua le autorità competenti e i soggetti responsabili dell'allertamento nelle diverse fasi operative.

La gestione del sistema di allertamento nazionale è assicurata dal Dipartimento della Protezione Civile, da ISPRA e dal Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile (DVVFSPDC).

Le modalità di comunicazione dell'evento al Dipartimento della protezione civile e i flussi di comunicazione tra il DPC e la struttura tecnica centrale, le strutture operative nazionali e le Regioni, sono stati definiti nel presente Piano sulla base della normativa nazionale e comunitaria, nonché degli accordi internazionali sottoscritti dall'Italia in materia di rischio nucleare.

Il sistema di allertamento e il flusso informativo sono assicurati attraverso le seguenti modalità:

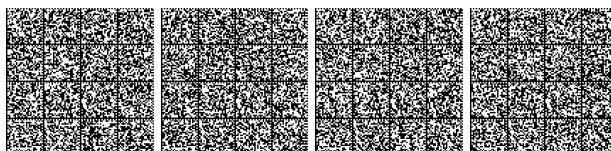
- sistema di notifica internazionale IAEA;
- sistema di notifica in ambito comunitario ECURIE;
- comunicazione ricevuta da altri paesi sulla base di accordi bilaterali tra enti omologhi;
- reti di allarme per emergenze nucleari (ISPRA, DVVFSPDC).

3.2.1 Sistema di notifica internazionale IAEA

L'Italia ha sottoscritto due convenzioni internazionali ("Convenzione sulla pronta notifica tempestiva di incidente nucleare" e "Convenzione sull'assistenza in caso di incidente nucleare e di emergenza radiologica") che regolano il comportamento da adottare dagli Stati membri nel caso di emergenze radiologiche che avvengano in patria od oltre frontiera (vedi Allegato 7).

In particolare, ogni Stato membro deve designare le Autorità competenti per gli incidenti interni ed esterni e un Punto di allarme per le comunicazioni urgenti. Per l'Italia, il Dipartimento della Protezione Civile e ISPRA rivestono i ruoli citati, come descritto nella Tabella 5.

Tabella 5 Punti di contatto italiani per le Convenzioni IAEA

ENTE	RUOLO	COMPITI
ISPRA	Punto di allarme (National Warning Point)	Ricezione a qualsiasi ora di messaggi di notifica o di allarme o richieste di informazioni e trasmissione alle Autorità Competenti
DPC	Autorità competente per eventi transfrontalieri (National Competent Authority – Abroad)	Verifica di ogni informazione rilevante disponibile durante emergenze radiologiche o incidenti nucleari avvenuti in un altro Stato Ricezione di richiesta di assistenza da parte IAEA
DPC e ISPRA	Autorità competenti per eventi interni (National Competent Authority – Domestic)	Emanazione di messaggi di notifica, di allarme e di successive informazioni riguardanti emergenze radiologiche o incidenti nucleari avvenuti in Italia Richiesta di assistenza da parte IAEA

3.2.2 Sistema di notifica in ambito comunitario ECURIE

L'Unione Europea (UE) ha sviluppato e adottato un sistema per il pronto allarme e lo scambio di informazioni in caso di emergenza nucleare e radiologica denominato ECURIE (European Community Urgent Radiological Information Exchange) e la cui base legale è la Decisione del Consiglio del 14 dicembre 1987 (87/600/EURATOM). La Decisione 87/600/EURATOM individua per ogni stato membro le figure di "Punto di contatto" e di "Autorità Competente". Per l'Italia l'Autorità Competente è il Dipartimento della Protezione Civile, mentre il Punto di Contatto è il Centro Emergenze Nucleari di ISPRA.

Attualmente ECURIE è un sistema di comunicazione a rete, dedicato allo scambio di informazioni e dati radiologici tra la UE e gli stati membri. Il sistema è supportato, per la gestione e la decodifica automatizzata dei messaggi e delle informazioni complesse, da uno specifico programma denominato CoDecS (Coding Decoding Software), realizzato dal Joint Research Centre (JRC) dell'Unione Europea. I Punti di Contatto sono dotati di una stazione ECURIE-CoDecS e per l'Italia è attualmente in funzione una stazione presso ISPRA, sottoposta a sorveglianza continua H24. In caso di emergenza nucleare che occorra in uno Stato membro, ogni Autorità Competente riceve attraverso il Punto di Contatto la notifica di allarme da parte della UE che ha ricevuto a sua volta l'allarme dalla nazione dove è avvenuto l'incidente.

3.2.3 Accordi bilaterali

Ai fini della notifica di un evento, oltre ai citati sistemi che discendono da strumenti di diritto comunitario o da Convenzioni internazionali, sono utili anche accordi bilaterali con enti omologhi dei paesi vicini, già in atto al momento dell'entrata in vigore del presente piano ovvero che diventino operativi nel periodo di vigenza dello stesso.

Con la Svizzera è in atto un accordo bilaterale in base al quale il Centro Nazionale d'Allarme (CENAL) elvetico invia eventuali comunicazioni alla sala operativa di ISPRA.

ISPRA intrattiene rapporti ufficiali e continui con gli enti omologhi dei paesi confinanti che svolgono le funzioni di organo di controllo nel campo della sicurezza nucleare (HSK per la Svizzera, ASN per la Francia e SNSA per la Slovenia) e che, come ISPRA, svolgono funzioni di supporto tecnico scientifico alle autorità nazionali di protezione civile nel campo della gestione delle emergenze nucleari e radiologiche. Tali rapporti sono finalizzati allo scambio rapido di informazioni nel caso di eventi incidentali che dovessero interessare installazioni nucleari.

3.2.4 Reti di allarme per emergenze nucleari

3.2.4.1 Reti ISPRA (REMRAD, GAMMA)

Ai fini di un monitoraggio continuo ed automatico della radioattività in aria sono state realizzate da ISPRA due reti (reti REMRAD e GAMMA). Entrambe queste strutture sono collegate in tempo reale ed in modo continuo ad un proprio Centro di Controllo, posto presso il Centro Emergenze Nucleari di ISPRA, in grado di analizzare i risultati delle misure e di segnalare eventuali condizioni anomale ad un servizio di reperibilità H24 per le emergenze radiologiche composto da una struttura di esperti reperibili entro un'ora.

La rete REMRAD è dotata di stazioni automatiche di pronto allarme, con la capacità di analizzare il particolato raccolto su filtro con misure istantanee di concentrazione naturale e artificiale (alfa e beta emettitori) e determinazione dei radionuclidi gamma-emettitori mediante tecniche di analisi spettrometrica. La rete è attualmente composta da 7 stazioni automatiche

poste in località di grande importanza meteorologica scelte in modo tale da coprire le più probabili vie di ingresso della radioattività provenienti dalle centrali nucleari europee. Le località sono: i teleposti A.M. di Bric della Croce (TO), Capo Caccia (SS), Monte Cimone (MO), Monte S. Angelo (FG) e Cozzo Spadaro (SR) e presso le sedi dell'Istituto Nazionale di oceanografia e di geofisica sperimentale di Sgonico (TS) e di ISPRA (RM).

La rete GAMMA consiste di 64 rivelatori di dose gamma in aria, posti in siti del Corpo Forestale dello Stato e delle Regioni a statuto speciale, presso strutture delle ARPA/APPA e dell'Arma dei Carabinieri, con compiti di seguire la diffusione della radioattività artificiale nella sua distribuzione in tutto il territorio italiano e permettere di valutare in tempo reale la copertura geografica delle aree coinvolte. La soluzione tecnica prescelta consente un intervallo di misura tale da permettere l'osservazione e la misura di deboli variazioni radiometriche del fondo naturale, non necessariamente legate a scenari incidentali. L'inserimento di un sensore di pioggia permette una analisi preliminare e di discriminazione dei segnali, con effetti di grande utilità nella separazione dei segnali di eventi anomali da puri aumenti di fondo dovuti alle condizioni meteorologiche.

Anche a livello regionale, nell'ambito delle attività delle reti di sorveglianza della radioattività ambientale (vedi paragrafo 3.4.1), sono state realizzate o sono in fase di progettazione alcune reti di monitoraggio con caratteristiche operative di continuità e di pronta risposta tali da consentire un loro concorso al sistema nazionale di allarme per emergenze nucleari, ovviamente nella misura in cui sia reso operativo in modo continuo il loro inserimento nelle procedure di allarme previste dal Centro Emergenze Nucleari di ISPRA.

3.2.4.2 Rete del Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile

La rete nazionale di rilevamento della ricaduta radioattiva del Ministero dell'Interno – Corpo Nazionale Vigili del Fuoco nasce negli anni '60 per scopi di difesa civile in correlazione con eventuali esplosioni nucleari di tipo bellico.

La rete nazionale di rilevamento della ricaduta radioattiva ha il compito di rilevare e segnalare situazioni di pericolo radiologico, di acquisire le informazioni necessarie per l'elaborazione delle "curve di isodose" d'interesse civile e militare e di fornire agli altri Enti interessati un autonomo contributo per le esigenze sanitarie e ambientali.

Il sistema, oltre a soddisfare le esigenze connesse con i compiti d'istituto del Corpo nazionale dei vigili del fuoco, concorre autonomamente al controllo ambientale come previsto dal D.lgs. 17 marzo 1995, n. 230.

La rete di allarme e rilevamento della ricaduta radioattiva è prevalentemente costituita dai seguenti sottosistemi:

- n. 1237 stazioni di misura del rateo di dose gamma in aria;
- n. 16 centri di controllo regionali, di raccolta ed elaborazione dei dati ;
- n. 2 centri di controllo nazionali per la supervisione.

3.3 COORDINAMENTO OPERATIVO

Il coordinamento operativo assicura la direzione unitaria degli interventi e la condivisione di informazioni e risorse finalizzate alla gestione dell'emergenza.

	Descrizione
Obiettivo	Assicurare la direzione unitaria dei soccorsi al fine di consentire l'immediata attivazione delle misure previste
Soggetti coinvolti	Dipartimento della Protezione Civile, Comitato Operativo della Protezione Civile, Regioni, Enti Locali.
Strategia operativa	- assicurare il raccordo operativo fra enti statali, regioni ed enti locali - immediata attivazione delle strutture tecnico operative - coordinamento delle attività tecnico scientifiche con quelle operative per l'immediata attivazione delle misure protettive

Nella risposta agli eventi di natura radiologica, tali da comportare un'emergenza di carattere nazionale, il **coordinamento operativo** è assunto dal Dipartimento della Protezione Civile presso il quale si riunisce il **Comitato Operativo**[5] della Protezione Civile, per garantire la direzione unitaria degli interventi. Il Dipartimento si avvale della **Commissione Nazionale Grandi Rischi** e del **CEVaD** (Centro Elaborazione e Valutazione Dati - istituito presso l'ISPRA) quali organi tecnico-consultivi.

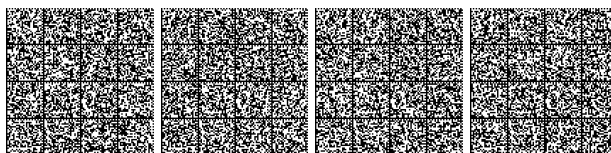
3.3.1 Dipartimento della Protezione Civile – Struttura di coordinamento centrale

Per garantire il coordinamento unitario degli interventi, il Dipartimento della Protezione Civile nelle emergenze radiologiche si struttura, sulla base delle proprie procedure interne, secondo diversi possibili s*tati di configurazione*, definiti sulla base della tipologia e delle caratteristiche dell'evento, nonché del relativo impatto - potenziale o effettivo - sulla popolazione, sul territorio e sull'ambiente. La determinazione dello stato di configurazione viene effettuata sulla base delle informazioni raccolte dalla Sala Situazione Italia sull'evento previsto o in atto e dello scenario di riferimento.

3.3.1.1 SISTEMA

Presso il DPC è attivo il centro di coordinamento nazionale denominato SISTEMA[6] che garantisce la raccolta, la verifica e la diffusione delle informazioni di protezione civile con l'obiettivo di allertare immediatamente, e quindi attivare tempestivamente, le diverse componenti e strutture preposte alla gestione dell'emergenza. SISTEMA opera 24 ore su 24, tutti i giorni dell'anno, con la presenza di personale del DPC e delle strutture operative del servizio nazionale di protezione civile.

---

[5],[6] D.P.C.M. del 3 dicembre 2008 "Organizzazione e funzionamento di SISTEMA presso la Sala Situazioni Italia del Dipartimento della protezione civile"

La configurazione del Dipartimento può prevedere l'attivazione presso la Sala Situazione Italia delle postazioni che ospitano le Funzioni di supporto. Le funzioni di supporto rappresentano specifici settori di intervento nell'ambito della gestione dell'emergenza. In fase di preallarme le funzioni sono assicurate dagli Uffici del DPC, con il concorso di ISPRA (su valutazione del Dipartimento) alla funzione tecnica di valutazione e pianificazione.

In fase di allarme è prevista l'attivazione, presso la Sala Situazione Italia, delle funzioni di supporto, con il concorso degli Uffici DPC e di altri Enti pubblici e privati, come sintetizzato nella tabella 6. Tale composizione può essere ulteriormente integrata con altre Funzioni in base ad eventuali esigenze legate alla gestione dell'emergenza.

3.3.1.2 CENTRO FUNZIONALE CENTRALE (CFC)

Il Centro Funzionale Centrale è la struttura tecnica del Dipartimento della Protezione Civile che opera nell'ambito del Sistema Nazionale dei Centri Funzionali, ai sensi della Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri del 27 febbraio 2004.

Il Sistema Nazionale dei Centri Funzionali, promosso dal Dipartimento della Protezione Civile, dalle Regioni e dalle Province Autonome di Trento e Bolzano, costituisce una rete di centri operativi per il "Sistema di allertamento" nazionale distribuito ai fini di protezione civile che, attraverso attività di previsione, monitoraggio e sorveglianza in tempo reale degli eventi e dei conseguenti effetti relativi sul territorio, sia di supporto alle decisioni delle autorità preposte all'allertamento delle diverse componenti del Servizio Nazionale di Protezione Civile e alle diverse fasi di gestione dell'emergenza.

Tabella 6 Funzioni di supporto in fase di allarme

Funzione	**Enti**
Funzione tecnica di valutazione e pianificazione	DPC – Centro Funzionale Centrale (CFC); ISPRA; DVVFSPDC
Volontariato	DPC; Organizzazioni nazionali di volontariato
Sanità	DPC; Ministero della Salute; Istituto Superiore di Sanità
Mezzi e materiali	DPC
Coordinamento attività internazionale	DPC; Ministero degli Affari Esteri
Stampa e informazione	DPC
Strutture aeree	DPC
Viabilità	DPC; Enti gestori rete autostradale, stradale e ferroviaria
Telecomunicazioni	DPC
Strutture Operative	Coordinamento: DPC
	Soccorso tecnico: Corpo Forestale dello Stato - DVVFSPDC - Capitanerie di Porto
	Sicurezza Pubblica: Guardia di Finanza – Polizia di Stato – Carabinieri
	Difesa Nazionale: C.O.I.

Il Dipartimento della Protezione Civile supporta tutte le attività del Comitato Operativo qualora, su decisione del Capo del Dipartimento, questo sia stato convocato.

3.3.2 Comitato Operativo della Protezione Civile

Presso il Dipartimento della Protezione Civile si riunisce il Comitato Operativo della protezione civile, che assicura la direzione unitaria ed il coordinamento delle attività di emergenza secondo quanto previsto dalla L. 401/2001. Il Comitato Operativo, presieduto dal Capo del Dipartimento, è composto dai soggetti indicati nel DPCM 21-11-2006 (G.U. n. 21 del 26 gennaio 2007), allargato a comprendere (L. 225/92 art. 10, L. 401/01 art. 5 c. 3 ter) tutti gli Enti elencati:

3.3.2.1 Composizione del Comitato Operativo

- Dipartimento della Protezione Civile
- Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile del Ministero dell'Interno

- Forze Armate
- Polizia di Stato
- Carabinieri
- Corpo della Guardia di Finanza
- Polizia Penitenziaria
- Corpo Forestale dello Stato
- Croce Rossa Italiana
- Strutture del Servizio Sanitario Nazionale
- Organizzazioni Nazionali di Volontariato
- Corpo Nazionale del Soccorso Alpino e Speleologico
- Istituto Superiore per la protezione e la ricerca ambientale (ISPRA)
- Istituto Nazionale di Geofisica e di Vulcanologia
- Consiglio Nazionale Ricerche (CNR)
- ENEA
- Conferenza unificata Stato – regioni – città ed autonomie locali

Il Comitato Operativo può essere convocato anche nella sua forma allargata comprendente (L 225/92 art. 10, L.401/01 art. 5 comma3 ter) tutti gli Enti e le Amministrazioni pubbliche e private che concorrono alla gestione dell'emergenza. Inoltre, alle riunioni del Comitato Operativo possono essere invitate le Autorità regionali e locali di protezione civile interessate a specifiche emergenze nonché i rappresentanti di altri enti e amministrazioni.

Il Comitato Operativo, sulla base dell'evoluzione dello scenario, definisce le strategie di intervento e garantisce l'impiego coordinato delle risorse nazionali.

3.3.3 Struttura tecnica centrale

La struttura tecnica centrale assicura il monitoraggio dell'evento in corso e il flusso di informazioni tecniche a supporto delle decisioni che devono essere assunte dal Comitato Operativo della Protezione Civile.

3.3.3.1 Centro Elaborazione e Valutazione Dati (CEVaD)

Il Decreto Legislativo 17 marzo 1995 n. 230, al fine di assicurare un comune riferimento tecnico nella gestione delle emergenze radiologiche, ha istituito presso ISPRA, il Centro di Elaborazione e Valutazione Dati (CEVaD), una struttura tecnica che opera a supporto del Dipartimento della Protezione Civile, anche ai fini del funzionamento del Comitato Operativo della Protezione Civile.

Il CEVaD ha i seguenti compiti:

- valutare la situazione incidentale in atto e la sua possibile evoluzione;
- valutare l'andamento nel tempo e nello spazio dei livelli di radioattività nell'ambiente;

- stimare il presumibile impatto dell'evento incidentale sulla popolazione e sull'ambiente.

Il Centro fornisce inoltre, alle autorità preposte alla diffusione dell'informazione alla popolazione, gli elementi radiometrici che caratterizzano la situazione in atto.

Il Centro viene attivato da ISPRA su richiesta del Dipartimento della Protezione Civile per ogni situazione che comporti l'attivazione del Piano. Il suo intervento può inoltre essere richiesto dal prefetto nelle situazioni che comportino l'attuazione dei piani locali di emergenza esterna.

Il CEVaD ha sede presso ISPRA ed è costituito da esperti designati rispettivamente da:

- ISPRA, con funzioni di coordinamento;
- Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile;
- Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro (ISPESL);
- Istituto Superiore di Sanità (ISS);
- Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare;
- Conferenza dei Presidenti delle Regioni e delle Province Autonome.

Possono essere chiamati a partecipare alle attività del CEVaD sia esperti di radioprotezione designati dalle Regioni eventualmente interessate sia esperti designati di altri Enti o Istituti le cui competenze siano ritenute utili per lo specifico problema in esame.

Tutti i centri e le reti di rilevamento devono inviare al CEVaD i risultati delle misure radiometriche effettuate nel corso dell'emergenza. Inoltre, sulla base della situazione venutasi a creare in seguito all'evento incidentale, possono essere indicate dal Centro particolari modalità operative delle reti e mezzi mobili di rilevamento disponibili sul territorio nazionale. Al riguardo, il CEVaD ha elaborato i requisiti operativi necessari per lo svolgimento delle attività di monitoraggio, fornendo le linee guida per l'esecuzione delle attività di caratterizzazione radiologica dell'ambiente, affinché costituiscano un riferimento tecnico per ciascun Laboratorio per individuare quelle che sono le proprie modalità operative ottimali.

Le indicazioni formulate dal Centro sono rese prescrittive da parte del Dipartimento della Protezione Civile nei confronti delle reti di sorveglianza regionali e delle reti di sorveglianza nazionale di cui all'art.104 del D. Lgs. 230/95.

3.3.3.2 Commissione Nazionale per la Previsione e la Prevenzione dei Grandi Rischi (CGR)

La Commissione Nazionale per la Previsione e Prevenzione dei Grandi Rischi (CGR) si riunisce presso il Dipartimento della Protezione Civile e svolge attività consultiva, tecnico-scientifica e propositiva in materia di previsione e prevenzione delle varie situazioni di rischio.

La composizione e le modalità di funzionamento della CGR sono indicate dal decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 3 aprile 2006.

In caso di emergenza nucleare il Capo Dipartimento della protezione civile può chiedere al Presidente della Commissione Grandi Rischi di convocare la stessa con la massima urgenza, integrandone eventualmente la composizione con esperti esterni ritenuti necessari, al fine di consentire al Comitato operativo di avvalersi delle ulteriori competenze tecnico-scientifiche nel processo di formazione delle decisioni operative di protezione civile.

3.3.4 Coordinamento operativo a livello regionale e provinciale

I centri operativi locali assicurano, nell'ambito territoriale di competenza, il coordinamento delle risorse e degli interventi finalizzati a conseguire gli obiettivi della pianificazione d'emergenza.

3.3.4.1 Regioni

Assicurano il concorso alle attività del Piano sulla base dei propri modelli organizzativi.

In particolare:

- assicurano lo scambio di informazioni con il livello centrale (Sala Situazione Italia) tramite le proprie sale operative, che possono essere organizzate per funzioni di supporto;
- assicurano il concorso delle risorse regionali (sanità, volontariato, ecc.) e formulano richieste di risorse al livello centrale (Comitato Operativo della protezione civile) tramite la propria struttura di coordinamento regionale di protezione civile, che può essere organizzata per funzioni di supporto;
- assicurano, secondo il proprio modello organizzativo, l'attivazione a livello provinciale di un Centro Coordinamento Soccorsi (CCS) composto dai rappresentanti dell'Amministrazione provinciale, della Prefettura - UTG e degli enti e delle strutture operative coinvolte nella gestione dell'emergenza.

3.3.4.2 Prefetture – Uffici Territoriali del Governo

Assicurano il concorso delle strutture operative dello stato sul territorio di competenza al fine di realizzare gli obiettivi previsti nel Piano.

Per la realizzazione degli obiettivi del Piano nell'ambito territoriale di competenza, il Prefetto partecipa all'attività del CCS, presiedendolo in qualità di rappresentante dello Stato sul territorio, qualora non diversamente indicato nel modello regionale così come disposto al capitolo 2 degli indirizzi operativi di cui alla Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri del 3 dicembre 2008, concernente gli "Indirizzi operativi per la gestione delle emergenze".

Il CCS si avvale di una sala operativa provinciale, organizzata per funzioni di supporto.

Le Prefetture – Uffici Territoriali del Governo, in ragione delle competenze del Ministero dell'Interno in materia di difesa civile e sicurezza pubblica, predispongono i piani operativi provinciali delle misure protettive contro le emergenze radiologiche, assicurandone, secondo gli indirizzi del Ministero dell'interno - Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile – Direzione Centrale per la Difesa Civile e per le politiche di protezione civile, la coerenza con i piani provinciali di difesa civile.

3.4 MONITORAGGIO DELL'AMBIENTE E DEGLI ALIMENTI

	Descrizione
Obiettivo	Assicurare il monitoraggio della radioattività delle matrici ambientali e della filiera agro-alimentare e assicurare la validazione e la trasmissione dei dati relativi alle strutture decisionali
Soggetti coinvolti	ISPRA, Laboratori regionali (ARPA), DVVFSPDC
Strategia operativa	- piano di campionamento sistematico delle matrici ambientali e degli alimenti per la misura dei livelli di radioattività - prelievo e misura della radioattività su campioni di matrici ambientali (suolo, acqua, aria) e su campioni di derrate alimentari e di prodotti destinati all'alimentazione animale - trasmissione tempestiva dei dati al CEVaD

3.4.1 Sorveglianza della radioattività ambientale – Centro Emergenze Nucleari di ISPRA

I principi fondamentali che regolano il controllo e lo scambio di informazioni in materia di radioattività nell'ambiente, hanno come quadro di riferimento normativo il trattato istitutivo della Comunità Europea dell'Energia Atomica del 25 marzo 1957 – Trattato Euratom (articoli 35 e 36) che stabilisce l'impegno di ciascuno stato membro a svolgere in maniera permanente i controlli sulla radioattività ambientale e a trasmetterne i risultati alla Commissione Europea su base periodica.

Tali principi sono stati recepiti nella legislazione italiana con il D. Lgs. n. 230 del 17 marzo 1995 e successive modifiche e integrazioni; in quest'ultimo, negli articoli 54 e 104, sono individuate le reti di monitoraggio quale strumento principale per la sorveglianza ed il controllo della radioattività ambientale.

3.4.1.1 Reti di sorveglianza della radioattività ambientale

Il sistema delle reti di monitoraggio radiologico ambientale costituisce quindi lo strumento fondamentale posto in atto per fornire una risposta alle esigenze richiamate nei suddetti dispositivi normativi, nazionali e comunitari. In sintesi il complesso dei controlli è organizzato in reti articolate su livelli diversi: reti nazionali, regionali e locali (nell'intorno delle installazioni). Le prime due sono orientate verso la valutazione dell'esposizione della popolazione in generale, mentre le reti locali mirano al controllo dello specifico sito industriale.

In particolare sono attualmente operative le seguenti reti di monitoraggio:

1. *Rete nazionale di Sorveglianza della Radioattività ambientale – RESORAD*: La rete è costituita dai laboratori delle Agenzie per la protezione dell'ambiente delle regioni e delle province autonome (ARPA) e di enti ed istituti che storicamente producono dati utili al monitoraggio. Sono analizzate tutte le principali matrici di interesse ambientale e alimentare (vedi Allegato 8). Ad ISPRA sono affidate le funzioni di coordinamento tecnico sulla base delle direttive in materia, emanate dal Ministero della Salute e dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, nonché le attività di diffusione dei dati nei riguardi sia della popolazione sia della Unione Europea. Nel corso di un'emergenza, questa rete è altresì chiamata a fornire i dati radiometrici territoriali al Centro di Elaborazione Valutazione Dati (CEVaD);

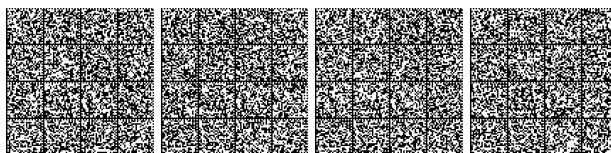
2. *Reti regionali*: Tutte le regioni e le province autonome sono chiamate a gestire autonomamente proprie reti di monitoraggio. La maggior parte dei dati prodotti da queste reti confluisce nella rete RESORAD; possono, tuttavia, essere eseguite anche tipologie diverse di controlli sul territorio. Ad esempio le analisi di approfondimento nell'intorno dei siti nucleari, il controllo sui prodotti di importazione, le verifiche sugli impianti di fusione di rottami metallici;
3. *Reti di sorveglianza delle installazioni nucleari*: Le reti di sorveglianza locale sono lo strumento con il quale gli operatori (esercenti) eseguono il controllo della radioattività ambientale nell'intorno degli impianti nucleari. Sono progettate in funzione della tipologia dell'impianto e dei possibili scenari di incidente. In conformità con quanto stabilito dalla normativa, i dati e le analisi prodotte dagli operatori sono inviati a ISPRA a sua volta responsabile delle attività di vigilanza sugli impianti stessi.

3.4.1.2 Centro Emergenze Nucleari di ISPRA

In ottemperanza alle disposizioni di cui all'art. 123 del D. Lgs. 230/1995, tutte le reti di rilevamento, ivi comprese quelle regionali, devono far confluire presso il CEVaD, i dati delle misure radiometriche effettuate nel corso di un'emergenza per le relative valutazioni e determinazioni. A tal fine, il Centro Emergenze Nucleari di ISPRA opera quale "focal-point" nazionale per la raccolta, l'archiviazione e la gestione dei dati radiometrici prodotti dalle reti nonché quale punto di contatto con gli analoghi sistemi europei attivi durante una emergenza nucleare o radiologica.

La capacità operativa del CEN comprende le principali funzioni che devono essere garantite per una efficace risposta alle emergenze nucleari e radiologiche. Al riguardo il CEN è chiamato a svolgere nell'ambito delle emergenze nucleari e radiologiche le seguenti funzioni:

- pronta notifica e scambio rapido delle informazioni relative all'evoluzione incidentale sia in ambito nazionale che nei riguardi delle Organizzazioni internazionali (Sistema della IAEA, vedi paragrafo 3.2.1, e sistema ECURIE della UE, vedi paragrafo 3.2.2);
- analisi dell'evoluzione incidentale per gli aspetti di sicurezza nucleare;
- previsione dell'evoluzione sul territorio della contaminazione radioattiva rilasciata in atmosfera, per differenti scale geografiche (locale, nazionale e continentale mediante il sistema ARIES (vedi successivamente);
- gestione delle reti automatiche di allarme che realizzano il monitoraggio radiologico in tempo reale su scala nazionale (reti GAMMA e REMRAD, vedi paragrafo 3.2.4.1);
- raccolta e gestione dei dati radiometrici prodotti nel corso di un'emergenza, da tutte le strutture che a livello regionale e nazionale concorrono alla caratterizzazione delle aree interessate dalla ricaduta radioattiva (vedi paragrafo 3.4.1);
- partecipazione ai sistemi internazionali predisposti dalla Commissione Europea finalizzati sia alla valutazione comparativa delle analisi previsionali della dispersione atmosferica eseguite dai diversi sistemi nazionali (piattaforma ENSEMBLE), sia allo scambio, in tempo reale, dei dati radiometrici prodotti su scala continentale (piattaforma EURDEP).

Presso il CEN è operativo il sistema ARIES, sistema numerico per la valutazione della dispersione atmosferica di inquinanti stabili o con decadimento rilasciati da sorgenti puntiformi. ARIES è stato progettato e realizzato per la simulazione in tempo reale delle conseguenze ambientali (concentrazione in aria e deposizione al suolo dei vari inquinanti) di un incidente, ma può essere utilizzato senza difficoltà anche per le valutazioni da emissioni di routine.

I modelli di simulazione del sistema permettono di simulare la dispersione atmosferica su scala locale (pochi km di distanza dall'emissione) fino a scala continentale (migliaia di km) e con intervelli temporali che vanno da pochi minuti a diversi giorni di emissione continua.

Il sistema è collegato al sistema informatico del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare per la ricezione in continuo dei dati meteorologici forniti dalle stazioni di misura europee nonché per la ricezione dei campi previsionali resi disponibili dagli organismi responsabili.

Tale sistema assolve a due distinte funzioni:

- previsioni delle condizioni meteorologiche più tipiche, come nuvolosità in quota e a livello del suolo, precipitazioni, direzione e velocità del vento in quota e a livello del suolo;
- calcolo in tempo reale della diffusione di una nube radioattiva e della sua ricaduta (umida e secca) sul territorio, partendo da qualunque località europea e su distanze che possono variare da pochi chilometri a dimensioni europee.

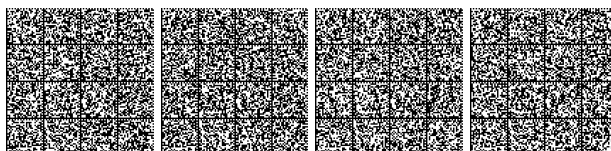
ARIES è in grado anche di valutare la dose alla popolazione risultante dai contributi dell'irraggiamento (immersione nella nube e irraggiamento dal suolo) e dell'inalazione nelle prime fasi delle emergenze nucleari.

Il Centro Emergenze Nucleari di ISPRA dispone di un servizio di reperibilità H24 che ne consente la pronta attivazione; il servizio è formato da gruppi di esperti nel campo della sicurezza nucleare, della radioprotezione, dei trasporti di materie radioattive, delle pratiche con sorgenti radioattive e nel campo delle misure radiometriche.

Il Centro ha la responsabilità della pronta attivazione del CEVaD (su richiesta del Dipartimento della Protezione Civile ovvero del Prefetto), nonché l'attivazione (anche parziale) della rete nazionale di sorveglianza della radioattività ambientale, RESORAD.

Il Centro, inoltre, è collegato con la Sala Previsioni del Centro Nazionale di Meteorologia e Climatologia dell'Aeronautica Militare (CNMCA) ed è in grado di richiedere e ricevere tempestivamente, in caso di attivazione, le prime indicazioni in merito ai fenomeni di dispersione atmosferica nell'area di interesse dell'eventuale rilascio radioattivo.

3.5 MISURE DI TUTELA DELLA SALUTE PUBBLICA

	Descrizione
Obiettivo	Assicurare la riduzione dell'esposizione della popolazione a radiazioni ionizzanti
Soggetti coinvolti	Dipartimento della Protezione Civile, Ministero della Salute, Regioni, Servizio Sanitario Nazionale, UTG
Strategia operativa	- assicurare l'applicazione della misura di riparo al chiuso, quando opportuna - assicurare la somministrazione di iodio stabile alle categorie di popolazione per la quale è indicata, quando opportuna - stabilire e applicare misure di restrizione alla produzione, alla commercializzazione e al consumo di derrate alimentari contaminate - assicurare la raccolta, lo stoccaggio e lo smaltimento di materiale contaminato

In seguito ad un incidente severo ad una centrale nucleare si può presentare la necessità, sulla base di valutazioni dosimetriche, di intervenire ai fini della riduzione dell'esposizione a radiazioni ionizzanti. Tale esposizione può avvenire in modo diretto (irraggiamento diretto) in seguito a fall-out radioattivo o indiretto, tramite inalazione o ingestione di alimenti e bevande contaminati. I livelli dosimetrici di intervento sono indicati nell'Allegato 3.

Le misure di tutela della salute pubblica che possono essere assunte nell'ambito della presente pianificazione, allo scopo di ridurre l'esposizione a contaminanti radioattivi e, pertanto, gli effetti stocastici che da essa possono derivare, sono:

1. interventi da attuare nelle prime ore successive al verificarsi dell'evento:
   - indicazione di riparo al chiuso;
   - interventi di iodoprofilassi (vedi anche Allegato 4);
2. interventi da attuare in una seconda fase successiva all'evento:
   - controllo della filiera e restrizioni alla commercializzazione di prodotti agroalimentari;
   - gestione dei materiali contaminati.

3.5.1 Interventi da attuare nelle prime ore successive al verificarsi dell'evento

3.5.1.1 Indicazione di riparo al chiuso

La misura "riparo al chiuso" consiste nell'indicazione alla popolazione di restare in casa, con porte e finestre chiuse, i sistemi di ventilazione spenti, per brevi periodo di tempo (di norma poche ore; il limite massimo può ragionevolmente essere posto a due giorni).

L'obiettivo dell'indicazione di riparo al chiuso è di evitare l'inalazione e l'irraggiamento esterno derivanti primariamente dal passaggio della nube radioattiva e da materiale radioattivo depositato al suolo.

Al verificarsi dell'evento incidentale, sulla base delle previsioni di diffusione della nube radioattiva sul territorio nazionale elaborate da ISPRA (o, se già operativo, delle valutazioni del CEVaD), oppure in base ai dati delle reti di monitoraggio, il Dipartimento della Protezione Civile (o, se già convocato, il Comitato Operativo) può decidere di invitare la popolazione residente nell'area interessata a restare in luoghi chiusi. L'indicazione viene veicolata attraverso una comunicazione diretta alla popolazione stessa tramite la Sala Situazione Italia, oppure tramite le Prefetture competenti per territorio.

3.5.1.2 Interventi di iodoprofilassi

Al verificarsi dell'evento incidentale, sulla base delle previsioni di diffusione della nube radioattiva sul territorio nazionale elaborate da ISPRA (o, se già operativo, delle valutazioni del CEVaD), oppure in base ai dati delle reti di monitoraggio, il Dipartimento della Protezione Civile (o, se già convocato, il Comitato Operativo) può decidere, d'intesa con il Ministero della Salute, l'attivazione delle procedure per la distribuzione di iodio stabile nelle aree interessate. Il Dipartimento della Protezione Civile e il Ministero della Salute concordano le procedure per l'attivazione rapida degli interventi di iodoprofilassi (vedere Allegato 4).

La distribuzione di ioduro di potassio a scopo di profilassi viene assicurata dal Servizio Sanitario Regionale, secondo una pianificazione concordata tra la Regione interessata, il Dipartimento della Protezione Civile e il Ministero della Salute.

3.5.2 Interventi da attuare in una seconda fase successiva all'evento

3.5.2.1 Controllo della filiera e restrizioni alla commercializzazione di prodotti agroalimentari

Successivamente alla prima fase seguente l'evento, sulla base dei rilievi radiometrici sugli alimenti, può essere necessaria l'adozione di alcune misure finalizzate ad evitare l'assunzione di acqua e alimenti contaminati da parte della popolazione e degli animali destinati alla produzione di alimenti quali ad esempio:

- inibizione del pascolo e/o confinamento degli animali in ambienti chiusi;
- alimentazione degli animali con cibo ed acqua non contaminati;
- il rinvio della macellazione degli animali contaminati;
- il congelamento del latte e di organi contaminati;
- restrizioni alla produzione, commercializzazione e consumo di alimenti di origine animale e/o vegetale.

L'Azienda USL competente per territorio concorre alle attività di monitoraggio degli alimenti, concordando con l'ARPA competente i piani di campionamento.

Il Comitato Operativo, sulla base delle indicazioni del CEVaD, definisce, d'intesa con la Regione interessata, le misure da adottare, che saranno inserite in un'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri.

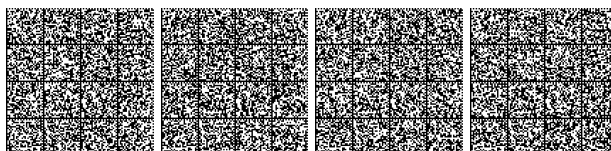
3.5.2.2 Gestione dei materiali contaminati

Il Comitato Operativo, sulla base delle indicazioni del CEVaD, stabilisce le modalità di raccolta, stoccaggio e gestione del materiale contaminato, inclusi gli alimenti di origine animale e/o vegetale.

3.6 INFORMAZIONE ALLA POPOLAZIONE

	Descrizione
Obiettivo	Assicurare alla popolazione una completa informazione sul tipo di evento e sull'evoluzione dell'evento, sulle misure intraprese e su eventuali comportamenti da adottare per ridurre l'esposizione a radiazioni ionizzanti
Soggetti coinvolti	DPC, Regioni, UTG, Sindaci
Strategia operativa	- elaborare piani di informazione - coordinare e condividere la diffusione di informazioni in corso di evento

3.6.1 Responsabilità

La popolazione che rischia di essere interessata dall'emergenza radiologica viene informata e regolarmente aggiornata sulle misure di protezione sanitaria ad essa applicabili nei vari casi di emergenza prevedibili, nonché sul comportamento da adottare in caso di emergenza radiologica (informazione preventiva).

La popolazione effettivamente interessata dall'emergenza radiologica deve essere immediatamente informata sui fatti relativi all'emergenza, sul comportamento da adottare e sui provvedimenti di protezione sanitaria ad essa applicabili nella fattispecie.

La Sezione II del Capo X del D. Lgs. 230/95 e s.m.i. disciplina le procedure di informazione della popolazione sulle misure di protezione sanitaria e sul comportamento da adottare per i casi di emergenza radiologica previsti dal presente piano.

I Prefetti e la Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento della Protezione Civile - predispongono, nell'ambito dei piani di intervento di rispettiva competenza, i piani di informazione alla popolazione, sulla base degli schemi predisposti dalla Commissione permanente di cui all'articolo 133 del citato Decreto.

Le Regioni, in base ai propri modelli organizzativi, concorrono alla pianificazione dell'informazione pubblica e ne assicurano la diffusione tempestiva e capillare alla popolazione da parte dei Sindaci.

3.6.2 Contenuti e strumenti dell'informazione

Al momento della redazione del presente Piano, la Commissione permanente sopra citata non ha ancora definito gli schemi per l'informazione in emergenza.

In ogni caso, lo stesso D.Lgs. 230 indica, all'art. 131, quali debbano essere i contenuti minimi dell'informazione alla popolazione in caso di emergenza, riprendendo e recependo a livello nazionale quanto disciplinato in sede comunitaria mediante la Direttiva del Consiglio 89/618/EURATOM del 27.11.1989, concernente l'informazione della popolazione sui provvedimenti di protezione sanitaria applicabili e sul comportamento da adottare in caso di emergenza radioattiva, nonché la Comunicazione della Commissione 91/C/103/03.

In particolare, quest'ultimo documento fornisce le linee guida delle azioni per:

- l'organizzazione della diffusione dell'informazione in caso di emergenza radiologica;
- la determinazione del contenuto dell'informazione.

Per quanto riguarda l'organizzazione della diffusione dell'informazione, l'obiettivo prioritario è quello di informare tempestivamente la popolazione che rischia di essere coinvolta o è interessata da un evento radiologico o nucleare, già a partire dalla fase di preallarme, in modo tale da evitare o contenere al massimo fenomeni di inquietudine e reazioni imprevedibili.

Al fine di evitare la diffusione di notizie non sicure e non suffragate da dati certi, deve essere designato un responsabile unico nazionale per la diffusione dell'informazione, con funzione di coordinamento.

Per le finalità del presente Piano e in particolare in caso di evento che preveda l'attivazione dell'intero Servizio nazionale della protezione civile, l'organismo responsabile dell'informazione è il Dipartimento della Protezione Civile.

Gli strumenti di diffusione delle informazioni devono essere quelli più diretti: televisioni e radio a diffusione nazionale, quotidiani a diffusione nazionale, stampa gratuita, teletext e SMS.

Per quanto riguarda il contenuto dell'informazione, è necessario adeguarne il livello alla situazione emergenziale e al livello di attivazione del sistema di risposta all'emergenza, distinguendo quindi tra le fasi operative di preallarme e allarme. In entrambi i casi può essere necessario integrare le informazioni con richiami riguardanti la radioattività e i suoi effetti. Per una rapida comunicazione della gravità di un evento incidentale ad una centrale nucleare, la

IAEA ha elaborato la INES (International Nuclear Event Scale, vedi allegato 6), una scala numerica con valori da 1 a 7 legati in modo crescente alla gravità dell'evento ed ai suoi effetti.

In particolare, in caso di preallarme, alla popolazione devono essere fornite informazioni riguardanti:

- il tipo e l'origine dell'evento;
- le principali caratteristiche delle sostanze radioattive emesse;
- i tempi e le modalità con le quali sono diffusi gli aggiornamenti sull'evoluzione della situazione emergenziale.

In caso di allarme, la popolazione deve ricevere in modo rapido e ripetuto informazioni riguardanti:

- il tipo di situazione di emergenza radiologica in atto;
- la prevedibile evoluzione dell'evento e l'influenza dei fattori climatici e meteorologici;
- le principali caratteristiche delle sostanze radioattive emesse;
- la zona geografica del territorio nazionale eventualmente interessata;
- le Autorità a cui rivolgersi per ulteriori informazioni e consigli.

Nelle situazioni in cui si impongono provvedimenti e comportamenti di protezione per la salute della popolazione devono essere diffuse informazioni su:

- circolazione delle persone all'aperto ed occupazione razionale delle abitazioni (per esempio chiusura di porte e finestre, spegnimento degli impianti di aria condizionata e dei sistemi di presa d'aria esterna, spostamento in ambienti seminterrati o interrati);
- eventuali restrizioni e avvertimenti relativi al consumo degli alimenti e dell'acqua;
- norme di igiene personale;
- distribuzione delle compresse di iodio stabile (iodoprofilassi).

Inoltre informazioni specifiche sono rivolte a particolari gruppi di popolazione, in relazione alla loro attività, funzione ed eventuale responsabilità nei riguardi della collettività nonché al ruolo che effettivamente debbono assumere nella situazione di emergenza in atto.

4 MODELLO DI INTERVENTO

Il modello di intervento assegna responsabilità e compiti nei vari livelli di coordinamento per la gestione dell'emergenza. Esso disciplina quindi (in termini di attivazioni e responsabilità) il complesso delle azioni volte a:

- valutare e comunicare tempestivamente la notizia di un incidente connesso al rilascio di sostanze radioattive ai soggetti coinvolti nel Piano;
- istituire un efficace sistema di coordinamento;
- attivare le componenti e strutture operative del sistema nazionale di protezione civile;
- attuare le misure protettive previste.

La risposta del sistema nazionale di protezione civile ad un'emergenza di natura radiologica, è attivata in due distinte fasi operative, denominate "fase di preallarme" e "fase di allarme", a cui corrispondono attivazioni da parte delle diverse componenti e strutture operative coinvolte nell'esecuzione delle azioni previste nel piano. La fase di allarme non è necessariamente preceduta dalla fase di preallarme. Propedeutica alla definizione della fase operativa è una fase di valutazione dell'evento in corso per definirne intensità ed evoluzione in relazione al possibile interessamento del territorio nazionale.

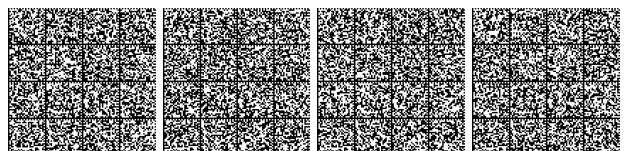
4.1 IL SISTEMA DI COORDINAMENTO

Il sistema di coordinamento è finalizzato a garantire, attraverso l'individuazione univoca delle responsabilità, dei flussi di comunicazione e delle attivazioni, la direzione unitaria degli interventi posti in essere per fronteggiare un'emergenza.

Nella risposta agli eventi di natura radiologica tali da comportare un'emergenza di carattere nazionale il coordinamento operativo è assunto dal Dipartimento della Protezione Civile che si avvale, per garantire la direzione unitaria degli interventi, del Comitato Operativo della Protezione Civile, della Commissione Nazionale Grandi Rischi e del CEVaD, quali massimi organi consultivi.

Le Regioni interessate dall'evoluzione dell'evento attuano le proprie procedure, ai fini della realizzazione delle misure protettive previste, in stretto raccordo con il DPC. Nello specifico le Regioni coinvolte si organizzano secondo i propri modelli al fine di integrare il presente piano e in stretto raccordo con il livello centrale per assicurare:

- la realizzazione del piano per la iodoprofilassi, anche sulla base dei criteri e delle indicazioni dell'Allegato 4;
- la realizzazione del piano per l'informazione al pubblico;
- l'attivazione dei laboratori e delle reti regionali di misura al fine di garantire il necessario monitoraggio dell'evento in atto;
- l'attuazione delle altre misure di tutela sanitaria (es.: riparo al chiuso, restrizioni al consumo di alimenti).

E' essenziale che le Regioni e le altre strutture coinvolte nell'attuazione dei piani discendenti di livello regionale siano tempestivamente informate sull'evento e sulle valutazioni relative allo scenario (territorio interessato, stima dell'esposizione e tempo di arrivo della nube) al fine di attivare tempestivamente le proprie risorse e di valutare, se del caso, un eventuale concorso di risorse da parte dello Stato.

Nei paragrafi che seguono sono descritte le attività relative all'attivazione del Piano con la definizione degli eventi di riferimento, la comunicazione dell'evento, le fasi operative e le procedure operative individuate per ogni fase che descrivono, in linea generale, le responsabilità dei vari soggetti che concorrono nell'attuazione del Piano.

4.2 ATTIVAZIONE DEL PIANO NAZIONALE

4.2.1 Evento di riferimento

L'evento di natura radiologica preso a riferimento per l'attivazione del Piano è quello relativo ad un incidente in una centrale di potenza all'interno dei 200 km dal confine nazionale.

4.2.2 Comunicazione dell'evento

Un evento incidentale tale da comportare l'attivazione del Piano nazionale, può essere comunicato al DPC mediante più canali d'informazione. Le comunicazioni possono provenire sia dall'ambito nazionale che internazionale e precisamente:

- da parte della IAEA, in base alla Convenzione di Vienna firmata dall'Italia nell'ottobre 1986 sulla Pronta Notifica;
- da un paese estero, a seguito di accordi vigenti su base UE o su base bilaterale;
- da ISPRA che riceve la notifica dall'estero, essendo "Punto di contatto" per l'Italia:
  - tramite il sistema di pronta notifica IAEA;
  - tramite il sistema di pronta notifica UE ECURIE;
  - tramite comunicazione da un paese estero, sulla base di accordi bilaterali tra enti omologhi;
- da ISPRA a seguito di segnalazione di aumento della radioattività dalla rete automatica di allarme REMRAD;
- dal Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile a seguito di misure di aumento di radioattività da parte della rete radiometrica;
- da parte del Ministero degli Affari Esteri nel caso in cui abbia avuto notizia di un evento nucleare non altrimenti denunciato.

A seguito della comunicazione dell'evento il DPC, secondo quanto stabilito dalle proprie procedure interne, effettua una prima verifica della notizia in collaborazione con ISPRA e determina conseguentemente la fase operativa del Piano da attivare o il rientro in una condizione ordinaria.

4.2.3 Fasi operative

Come riportato in precedenza la risposta operativa di carattere nazionale ad un emergenza connessa ad eventi di natura radiologica, è suddivisa in due distinte fasi operative la cui attivazione è conseguente alle valutazioni di natura tecnica relative all'evento in atto.

Tabella 7 Scenari di riferimento e corrispondenti fasi operative

SCENARIO	FASE OPERATIVA
Incidente in una centrale nucleare all'interno dei 200 km dal confine nazionale	**FASE DI PREALLARME**
Evoluzione dello scenario precedente con interessamento del territorio nazionale ed eventuale attivazione delle misure protettive previste nel Piano Nazionale	**FASE DI ALLARME**

Le fasi operative previste nel Piano sono attivate dal DPC in base alle valutazioni tecniche effettuate congiuntamente con ISPRA (e in base alle valutazioni tecniche del CEVaD, quando operativo) successive al ricevimento dell'informazione di un evento connesso al rilascio di sostanze radioattive.

La fase di PREALLARME viene quindi dichiarata dal Dipartimento della Protezione Civile in seguito alla verifica, da parte del Dipartimento stesso in collaborazione con ISPRA, della notizia dell'evento.

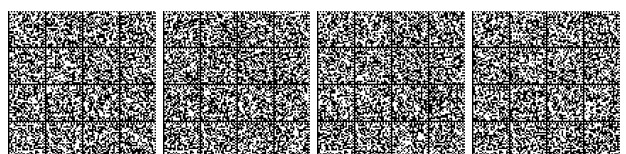
In fase di preallarme prosegue l'attività di valutazione dell'evento funzionale alla previsione della sua possibile evoluzione sul territorio nazionale e all'allertamento delle strutture operative e degli enti/amministrazioni coinvolti nell'attivazione del piano.

Questa fase operativa coinvolge le strutture del Dipartimento della Protezione Civile, attivate secondo proprie procedure, ISPRA, nonché le strutture e le componenti del Servizio Nazionale di protezione civile immediatamente informate dal Dipartimento dell'evento in corso affinché possano attivarsi secondo le proprie procedure. Le attività realizzate in questa fase sono quindi finalizzate a:

- acquisizione di ulteriori informazioni e aggiornamenti sull'evento in corso, ai fini della valutazione sull'opportunità di entrare in fase di "allarme";
- allerta delle strutture operative del sistema nazionale di protezione civile delle sale operative regionali e delle reti radiometriche nazionali e locali;
- attivazione del CEVaD;
- informazione al pubblico attraverso gli organi di stampa.

Il mantenimento o il passaggio alla successiva fase è determinato dalle valutazioni tecniche formulate dal DPC e da ISPRA (e, se già operativo, dal CEVaD) e comunicate alle Regioni interessate, agli organi dello stato e alle strutture operative coinvolte.

La seconda fase (ALLARME) riguarda l'attivazione delle misure di protezione previste dal Piano.

La fase di allarme è dichiarata dal Dipartimento della Protezione Civile, successivamente alla fase di preallarme, oppure immediatamente dopo l'acquisizione della notizia di evento, qualora si ravvisino le condizioni per cui il rilascio di materiale radioattivo possa avere conseguenze immediate tali da comportare l'eventuale attivazione delle misure protettive previste.

Le attività sviluppate in questa fase sono finalizzate ai seguenti obiettivi:

- monitoraggio dell'evento e valutazioni radioprotezionistiche;
- attivazione delle strutture operative del servizio nazionale di protezione civile, delle sale operative regionali, attivazione delle reti radiometriche nazionali e regionali;
- definizione e attuazione delle misure urgenti di salvaguardia della popolazione previste dal presente Piano (riparo al chiuso, iodoprofilassi);
- informazione al pubblico.

Riassumendo:

Nella fase iniziale della gestione dell'emergenza la tempestiva e puntuale attuazione delle azioni seguenti consente di allertare per tempo e predisporre tutte le attivazioni necessarie alla realizzazione delle misure protettive:

1. **ricezione da parte del DPC della notizia dell'evento**
2. **valutazione tecnica dell'evento in termini di possibile coinvolgimento del territorio nazionale**
3. **determinazione della fase operativa (PREALLARME – ALLARME)**
4. **allertamento/attivazione Regioni e strutture operative coinvolte nella realizzazione di misure sanitarie e di informazione**

4.3 PROCEDURE OPERATIVE

Sono di seguito prima trattate e poi riportate in dettaglio le principali procedure operative volte a disciplinare le attività relative all'esecuzione del Piano.

Resta ferma l'autonomia delle Regioni nel programmare le proprie attività in base al proprio modello organizzativo.

4.3.1 Valutazione dell'evento

Il DPC, alla ricezione della notizia dell'evento, in collaborazione con ISPRA, formula le prime opportune valutazioni di natura tecnica finalizzate a verificare la consistenza o meno dell'evento comunicato, al fine di valutare il possibile interessamento del territorio italiano, sulla base dei dati in possesso e/o, se possibile, dei risultati di modelli previsionali (anche in via qualitativa).

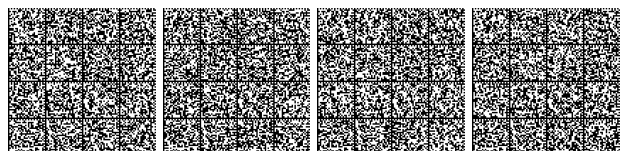



Tabella 8 Valutazione e verifica dell'evento propedeutica alla definizione della fase operativa

Obiettivo	**Ente**	**Azione**
Determinazione della Fase operativa	**DPC**	Attiva le proprie strutture per configurarsi secondo quanto stabilito dalle procedure interne a seguito della notizia dell'evento
		Valuta in collaborazione con ISPRA la natura e la gravità dell'evento in corso in base alle informazioni ricevute ai fini della determinazione della corrispondente fase operativa
		Valuta se convocare presso la sede del Dipartimento un rappresentante di ISPRA per le opportune valutazioni di carattere tecnico
		Determina o meno il passaggio alla fase di PREALLARME in base alle risultanze della valutazione tecnica effettuata in collaborazione con ISPRA dandone notizia alle strutture operative informate dell'evento.
	ISPRA	Valuta la gravità dell'evento in corso al fine di fornire indicazioni al Dipartimento della Protezione Civile sulla fase operativa da adottare per seguire l'evento
		Invia se richiesto al DPC un funzionario esperto di rischio nucleare al fine di supportare il Dipartimento nell'attività di monitoraggio e valutazione

4.3.2 Fase di preallarme

Una volta terminate le verifiche sulla notizia dell'evento, il DPC dichiara la fase operativa di preallarme, così come definita in tabella 7. Il DPC dirama a tutte le componenti e strutture operative l'evento e la fase operativa (vedi Figura 1).

Le strutture pubbliche principalmente coinvolte, a vario titolo, in questa fase sono le seguenti:

- Dipartimento della Protezione Civile (tabella 9);
- ISPRA (tabella 10);
- Ministero dell'interno, Dipartimento dei vigili del fuoco, del soccorso pubblico e della difesa civile (tabella 11);
- Regioni interessate (tabella 12);
- Prefetture - Uffici Territoriali di Governo interessate (tabella 13).

Le strutture elencate garantiscono l'espletamento delle attività contenute nelle rispettive tabelle.

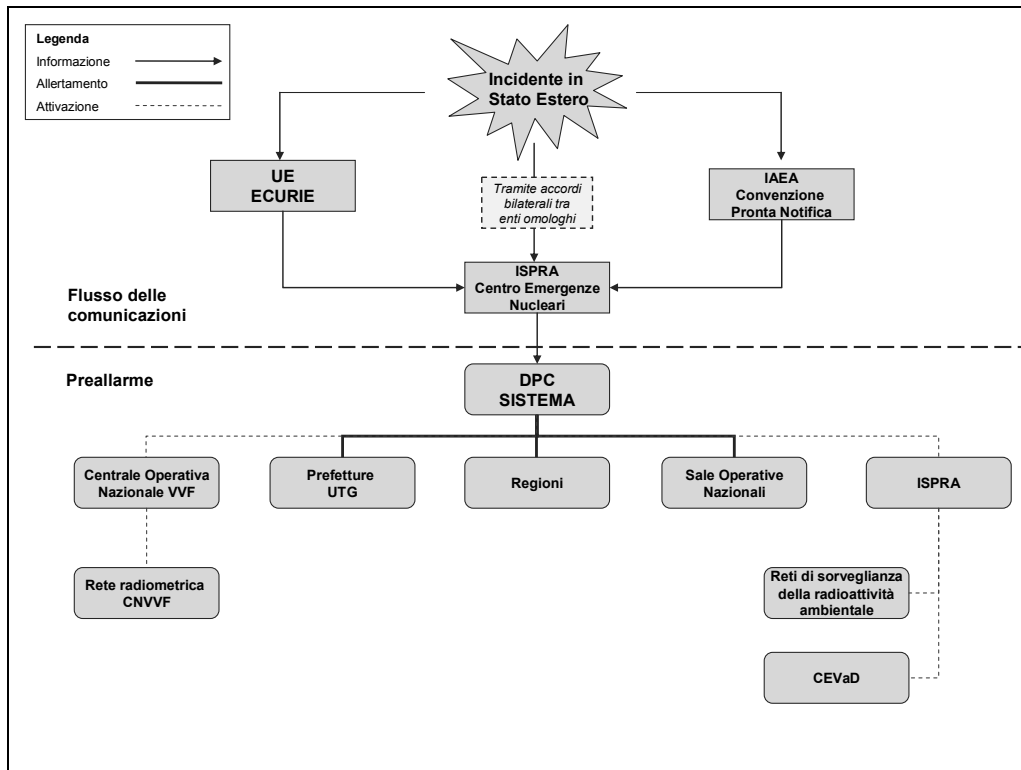



Figura 1 – Flusso delle comunicazioni, allertamenti e attivazioni in fase di preallarme

La fase di Preallarme può essere attivata anche a scopo precauzionale per seguire e definire meglio l'evento in corso.

Il passaggio alla fase di allarme, il mantenimento della fase di preallarme o la comunicazione di fine emergenza sono dichiarati dal DPC sulla scorta delle valutazioni effettuate dal Comitato Operativo e dalle strutture tecniche centrali.

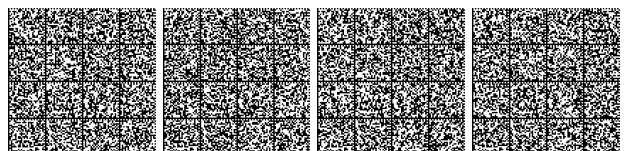



Tabella 9 Fase di PREALLARME – Attività del Dipartimento della Protezione Civile (DPC)

Obiettivo	**Azione**
Funzionalità del sistema di allertamento e scambio delle informazioni nazionali e internazionali	Comunica l’evento e la fase di preallarme, tramite la Sala Situazione Italia, alle sale operative nazionali delle strutture operative del servizio nazionale di protezione civile (DVVFSPDC, PS, CP, GdF, CC, COI, CFS, Ministero della Salute, Unità di Crisi MAE) e alle sale operative regionali di protezione civile. (Su valutazione vengono informate le prefetture delle Regioni confinanti con il Paese interessato dall’evento, secondo procedure da concordare con il Ministero dell’Interno)
	Mantiene i collegamenti con il MIC (Monitoring and Information Center) di Bruxelles per l’eventuale richiesta di supporto dagli Stati Membri
	Mantiene i contatti con le strutture e le componenti del sistema di protezione civile
Coordinamento operativo	Attiva le proprie strutture per configurarsi secondo quanto stabilito dalle procedure interne e in conformità a quanto stabilito dal Piano Nazionale
	Richiede la convocazione del CEVaD
Informazione alla popolazione	Emette comunicati stampa o le altre modalità ritenute idonee per garantire l’opportuna informazione alla popolazione
	Verifica, tramite le Regioni, l’attuazione delle iniziative di informazione alla popolazione a livello locale
Tutela della salute pubblica	Allerta le Regioni per l’eventuale attivazione del Servizio Sanitario Regionale ai fini della iodoprofilassi

Tabella 10 Fase di PREALLARME – Attività di ISPRA

Obiettivo	**Azione**
Funzionalità del sistema di allertamento e scambio delle informazioni nazionali e internazionali	Assicura il monitoraggio e la valutazione dell'evento in contatto con il CFC
	Mantiene i contatti con UE e IAEA al fine di acquisire informazioni su: ▪ incidente ▪ quadro radiometrico internazionale ▪ eventuali misure di tutela della popolazione in altri stati
Coordinamento operativo	Invia un proprio rappresentante presso la funzione tecnica di valutazione e pianificazione attivata presso il DPC
	Convoca il CEVaD su richiesta del DPC
Monitoraggio dell'ambiente e degli alimenti	Allerta e valuta l'opportunità di attivare le reti di sorveglianza della radioattività ambientale
	Riceve i dati delle reti nazionali di rilevazione automatica (vedi sub-paragrafo 3.2.3) e li trasferisce al CEVaD se convocato

Tabella 11 Fase di PREALLARME – Attività del Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile

Obiettivo	**Azione**
Funzionalità del sistema di allertamento e scambio delle informazioni nazionali e internazionali	Riceve la comunicazione dell'evento da SISTEMA
	Allerta le proprie strutture territoriali
	Comunica al DPC-CFC, a ISPRA e al CEVaD (se attivato) livelli di radioattività ambientale anomali riscontrati dalla rete di monitoraggio
Monitoraggio dell'ambiente e degli alimenti	Condivide i dati della propria rete di rilevazione con il CEN di ISPRA

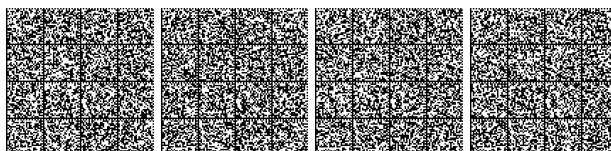



Tabella 12 Fase di PREALLARME – Attività delle Regioni

Obiettivo	**Azione**
Funzionalità del sistema di allertamento e scambio delle informazioni nazionali e internazionali	Ricevono la comunicazione dell'evento da SISTEMA
	Allertano le Province e i Comuni secondo le proprie procedure interne
Monitoraggio dell'ambiente e degli alimenti	Allertano e valutano l'opportunità di attivare le reti regionali
Tutela della salute pubblica	Predispongono le strutture del servizio sanitario regionale ai fini dell'eventuale iodoprofilassi
Informazione alla popolazione	Attuano le iniziative di informazione alla popolazione a livello locale in linea con quanto indicato a livello nazionale

Tabella 13 Fase di PREALLARME – Attività delle Prefetture – Uffici Territoriali del Governo

Obiettivo	**Azione**
Funzionalità del sistema di allertamento e scambio delle informazioni nazionali e internazionali	Ricevono la comunicazione dell'evento da SISTEMA
	Allertano le strutture dello Stato presenti sul territorio di propria competenza.

4.3.3 Fase di allarme

Il DPC, in seguito alla valutazione dell'evento effettuata con le strutture tecniche attivate (ISPRA, CEVaD), qualora ne ricorra la necessità, dichiara la fase di allarme, dandone immediata comunicazione a tutti i soggetti coinvolti nell'attuazione delle misure previste nel Piano (vedi Figura 2).

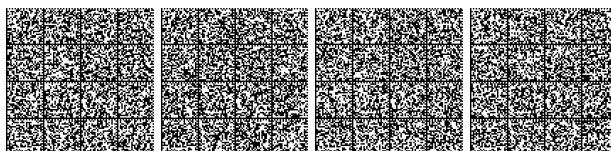
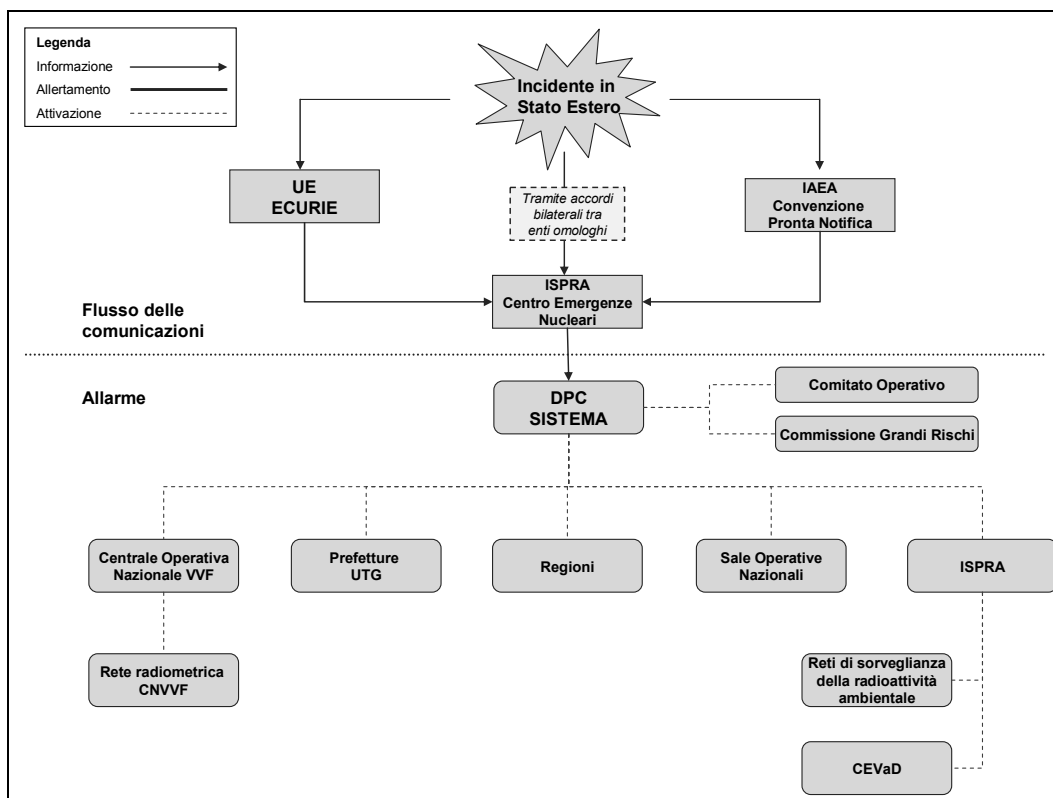



Figura 2 – Flusso delle comunicazioni, allertamenti e attivazioni in fase di allarme

Le strutture pubbliche principalmente coinvolte, a vario titolo, in questa fase sono le seguenti:

- Dipartimento della Protezione Civile (tabella 14);
- ISPRA (tabella 15);
- Ministero dell'interno, Dipartimento dei vigili del fuoco, del soccorso pubblico e della difesa civile (tabella 16);
- Regioni (tabella 17);
- Prefetture - Uffici Territoriali di Governo (tabella 18).

Le strutture elencate garantiscono l'espletamento delle attività contenute nelle rispettive tabelle.

Nel momento della determinazione dell'attivazione della fase di allarme, le strutture tecniche attivate (ISPRA, CEVaD) devono fornire al DPC, anche avvalendosi dei dati ottenuti dalle reti radiometriche regionali e dalle reti del Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile, una stima degli elementi di sotto riportati:

- i territori regionali che possono essere interessati dalla nube radioattiva;
- i livelli ipotizzati di contaminazione di aria, suolo e acqua;

- la stima del tempo necessario affinché la nube radioattiva raggiunga il territorio italiano;
- conseguenze sanitarie ipotizzabili.

Lo scenario risultante è trasmesso alle Regioni per concordare con esse l'attuazione di misure protettive quali:

- salvaguardia della popolazione (riparo al chiuso, restrizioni al consumo di alimenti);
- distribuzione di iodio stabile (iodoprofilassi);
- misure relative alla commercializzazione e al consumo di prodotti agroalimentari;
- informazione e comunicazione al pubblico;
- interventi sul bestiame.

Il rientro alla fase di preallarme o la comunicazione di fine emergenza sono dichiarati dal DPC sulla scorta delle valutazioni effettuate dal Comitato Operativo e dalle strutture tecniche centrali.

Tabella 14 Fase di ALLARME – Attività del DPC

Obiettivo	**Azione**
Funzionalità del sistema di allertamento e scambio delle informazioni nazionali e internazionali	Comunica l'evento e la fase di allarme secondo le modalità descritte nella fase di preallarme, se non già attuate
	Mantiene i collegamenti con il MIC di Bruxelles per l'eventuale richiesta di supporto dagli Stati Membri
	Mantiene i contatti con le strutture e le componenti del sistema di protezione civile
Coordinamento operativo	Attiva le proprie strutture per configurarsi secondo quanto stabilito dalle procedure interne in configurazione Unità di Crisi e in conformità a quanto stabilito dal Piano Nazionale
	Convoca il Comitato Operativo della Protezione Civile
	Convoca la Commissione Grandi Rischi
Tutela della salute pubblica	Attiva, se del caso, d'intesa con il Ministero della Salute, le Regioni ai fini degli interventi di iodoprofilassi
Informazione al pubblico	Emette comunicati stampa o le altre modalità ritenute idonee per garantire l'opportuna informazione alla popolazione
	Verifica, tramite le Regioni, l'attuazione delle iniziative di informazione alla popolazione a livello locale

Tabella 15 Fase di ALLARME – Attività di ISPRA

Obiettivo	**Azione**
Funzionalità del sistema di allertamento e scambio delle informazioni nazionali e internazionali	Mantiene tramite il centro emergenze un costante contatto con il DPC per fornire ulteriori informazioni relativamente all'evento
Coordinamento operativo	Assicura la presenza di un proprio rappresentante nella Sala Situazione Italia all'interno della Funzione Tecnica di valutazione e pianificazione
	Trasferisce il quadro radiometrico nazionale e i risultati delle analisi previsionali al CEVaD per le proprie valutazioni
Monitoraggio dell'ambiente e degli alimenti	Attiva le reti di sorveglianza della radioattività ambientale (nazionali, regionali e locali)
	Trasferisce alle reti di sorveglianza della radioattività ambientale le indicazioni operative e metodologiche elaborate dal CEVaD
	Riceve e gestisce i risultati delle reti di sorveglianza della radioattività ambientale
	Effettua le analisi previsionali
	Mantiene costantemente informato il DPC sull'evoluzione dell'evento

Tabella 16 Fase di ALLARME – Attività del Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile

Obiettivo	**Azione**
Funzionalità del sistema di allertamento e scambio delle informazioni nazionali e internazionali	Riceve la comunicazione dell'evento da SISTEMA
	Attiva le proprie sale operative provinciali
	Comunica al DPC-CFC, a ISPRA e al CEVaD i livelli di radioattività ambientale anomali misurati dalla rete di monitoraggio
Coordinamento operativo	Mantiene contatti regolari con la Sala Situazione Italia del DPC e con i propri comandi regionali
Monitoraggio dell'ambiente e degli alimenti	Raccoglie i dati dalla propria rete di rilevazione e li condivide con il CEN di ISPRA

Tabella 17 Fase di ALLARME – Attività delle Regioni

Obiettivo	Azione
Funzionalità del sistema di allertamento e scambio delle informazioni nazionali e internazionali	Ricevono la comunicazione dell'evento da SISTEMA
Coordinamento operativo	Attivano, in base a proprie procedure, la struttura regionale di protezione civile e assicurano l'attivazione a livello provinciale di un Centro Coordinamento Soccorsi
	Attivano le Province e i Comuni secondo le proprie procedure interne
Monitoraggio dell'ambiente e degli alimenti	Attivano le reti regionali
	Raccolgono i dati dalla propria rete di rilevazione e li condividono con il CEN di ISPRA
Tutela della salute pubblica	Attivano le strutture del servizio sanitario regionale per gli eventuali interventi di iodoprofilassi e le attività di controllo sulle derrate alimentari
Informazione al pubblico	D'intesa con il DPC, attivano in base alla propria pianificazione l'informazione al pubblico

Tabella 18 Fase di ALLARME – Attività delle Prefetture - Uffici Territoriali del Governo

Obiettivo	Azione
Funzionalità del sistema di allertamento e scambio delle informazioni nazionali e internazionali	Ricevono informazione dell'evento da SISTEMA
Coordinamento operativo	Assicurano le attività di coordinamento, presiedendo il CCS, ove non diversamente previsto dal modello regionale[7]
	Assicurano il concorso delle risorse dello Stato sul territorio di competenza per la gestione dell'emergenza e per l'attuazione delle misure protettive previste

[7] (cfr. capitolo 2 degli indirizzi operativi di cui alla Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri del 3 dicembre 2008, concernente "Indirizzi operativi per la gestione delle emergenze")

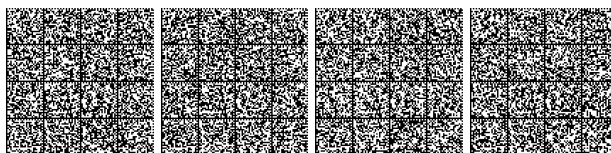
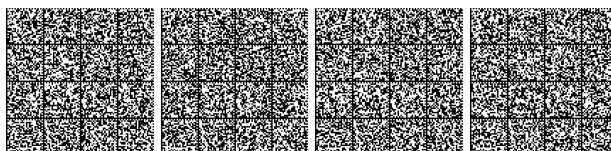



Tabella 19 Riepilogo delle principali attivazioni distinte per fase operativa

<table>
<tr><th>SCENARIO</th><th>FASE OPERATIVA</th><th>SOGGETTI COINVOLTI</th><th>ATTIVITÀ</th></tr>
<tr><td rowspan="4">Incidente in una centrale di potenza all’interno dei 200 km dal confine nazionale</td><td rowspan="4">PREALLARME</td><td rowspan="3">DPC</td><td>Comunicazione dell’evento e della fase alle strutture operative e alle componenti del Sistema di PC</td></tr>
<tr><td>Convocazione CEVaD</td></tr>
<tr><td>Informazione al pubblico</td></tr>
<tr><td>DPC, ISPRA, CEVaD</td><td>Definizione dello scenario in base alla informazioni disponibili</td></tr>
<tr><td rowspan="7">Evoluzione dello scenario precedente con interessamento del territorio nazionale con attivazione delle misure protettive previste nel Piano Nazionale</td><td rowspan="7">ALLARME</td><td rowspan="5">DPC</td><td>Comunicazione dell’evento e della fase alle strutture operative e alle componenti del Sistema di PC</td></tr>
<tr><td>Convocazione Comitato Operativo</td></tr>
<tr><td>Convocazione CGR</td></tr>
<tr><td>Attivazione delle componenti e strutture operative del Sistema di PC</td></tr>
<tr><td>Informazione al pubblico</td></tr>
<tr><td>DPC, ISPRA, CEVaD</td><td>Definizione dello scenario in base alle informazioni disponibili</td></tr>
<tr><td>COMITATO OPERATIVO
REGIONI
PREFETTURE-UTG
STRUTTURE OPERATIVE</td><td>Attuazione delle misure protettive previste</td></tr>
</table>

GLOSSARIO

Premessa

Lo scopo del glossario è chiarire alcuni dei termini più pertinenti alla radioprotezione e alla sicurezza nucleare presenti nel testo. Non ha quindi alcuna pretesa di completezza e di approfondimento. Per una informazione completa deve essere fatto riferimento ai numerosi Glossari o Dizionari tecnico-scientifici disponibili in letteratura.

In particolare può essere consultato il documento "*IAEA Safety Glossary*", disponibile in linea nel sito della IAEA all'indirizzo http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1290_web.pdf. Per termini relativi alla sicurezza nucleare può essere consultato il documento "*Glossary of nuclear Terms*", a cura di Winfried Koelzer, edito dal ForschungsZentrum Karlsruhe – Technik und Umwelt all'indirizzo http://www.euronuclear.org/info/encyclopedia/pdf/Nuclear_Glossary,2008-08.pdf. Infine, per termini relativi alla radioprotezione può essere utilizzato il Rapporto Tecnico ENEA RT/2005/5/UDA "*Glossario di radioprotezione – Radioprotezione della popolazione e dell'ambiente*".

Atomo	Costituente fondamentale della materia, composto da un nucleo e da elettroni orbitali.
Attività	Numero di trasformazioni nucleari spontanee di un radionuclide nell'unità di tempo.
Barra di controllo	Barra composta da elementi assorbitori di neutroni. Ha la funzione di controllare la reazione a catena, rallentando o interrompendo il processo di moltiplicazione neutronica.
Bequerel (Bq)	Unità di misura dell'attività; 1 Bq = 1 disintegrazione al secondo.
Centrale elettronucleare	Centrale per la produzione di energia elettrica che utilizza uno o più reattori nucleari a fissione.
Combustibile nucleare	Materiale fissile utilizzato per produrre energia in una centrale nucleare.
Combustibile nucleare irraggiato	Combustibile nucleare dopo l'utilizzo in una centrale nucleare.
Contaminazione radioattiva	Presenza di una sostanza radioattiva in un alimento, in un materiale, una superficie, un ambiente di vita o di lavoro o una persona.
Controllo radiometrico	Verifica sperimentale, mediante misure radiometriche, dei valori di contaminazione radioattiva di uno specifico ambiente.
Curva di isodose	Linea che unisce i punti con uguale valore di dose.
Decadimento radioattivo	Trasformazione spontanea di un nuclide instabile in un altro nuclide.
Difesa in profondità	Insieme gerarchico di livelli differenti di sistemi o procedure per prevenire operazioni o eventi anomali in un impianto nucleare (o in altre pratiche concernenti sorgenti radioattive) e per mantenere la funzionalità delle barriere fisiche poste tra le sorgenti di radioattività e i lavoratori, la popolazione e l'ambiente sia in condizioni normali sia in condizioni incidentali.
Dose	Grandezza radioprotezionistica per la misura degli effetti di una esposizione (*vedi*).
Dose assorbita	Energia assorbita per unità di massa di materiale irraggiato (si misura in Gy).

Dose efficace	Somma delle dosi equivalenti nei diversi organi e tessuti del corpo umano moltiplicate per gli appropriati fattori di peso del tessuto (w_T); si esprime in Sv.
Dose efficace impegnata	Somma delle dosi equivalenti impegnate nei diversi organi e tessuti risultanti dall'introduzione di uno o più radionuclidi, ciascuna moltiplicata per l'appropriato fattore di peso del tessuto (w_T); si esprime in Sv.
Dose equivalente	Prodotto della dose assorbita media in un tessuto o organo per il fattore di peso della radiazione; si esprime in Sv.
Dose equivalente impegnata	Dose equivalente ricevuta da un organo o da un tessuto, in un determinato periodo di tempo, in seguito all'introduzione di uno o più radionuclidi; si esprime in Sv.
Dose evitabile	Dose efficace o dose equivalente che viene evitata ad un individuo della popolazione in un determinato periodo di tempo per effetto dell' adozione di uno specifico intervento, relativamente alle vie di esposizione cui va applicato l'intervento stesso; la dose evitabile è valutata come la differenza tra il valore della dose prevista senza l'adozione dell'azione protettiva e il valore della dose prevista se l'intervento viene adottato.
Dose proiettata	Dose assorbita ricevuta da un individuo della popolazione in un intervallo di tempo dall'inizio dell'incidente, da tutte le vie di esposizione in assenza di azioni protettive.
Dose gamma	Dose efficace o dose equivalente ricevuta da un individuo a seguito di esposizione a nuclidi gamma-emettitori.
Emergenza	Situazione che richiede azioni urgenti per proteggere lavoratori, individui della popolazione ovvero l'intera popolazione o parte di essa.
Emettitori (alfa, beta, gamma)	vedi radioattività.
Esposizione	La più antica tra le grandezze dosimetriche, introdotta per descrivere la capacità della radiazione elettromagnetica di produrre ionizzazione in aria. Si esprime in C kg^{-1}. Se la sorgente radioattiva è esterna all'organismo irraggiato si parla di *esposizione esterna* mentre se la sorgente è all'interno dell'organismo si parla di *esposizione interna*.
Fall out	Materiale radioattivo diffuso in aria a seguito di esplosione nucleare o di incidente, che ricade sotto forma di particolato.
Fondo naturale di radiazione	Radiazioni ionizzanti provenienti da sorgenti naturali, terrestri o cosmiche, non accresciute in modo significativo dall'attività umana.
Gray (Gy)	Unità di misura della dose assorbita (1 Gy = 1 J kg^{-1}).
Gruppi di riferimento della popolazione (Gruppi critici)	Gruppi che comprendono persone la cui esposizione è ragionevolmente omogenea e rappresentativa di quella degli individui della popolazione maggiormente esposti, in relazione ad una determinata fonte di esposizione.
Impianti nucleari di potenza	Vedi Centrale elettronucleare.
Incidente severo	Situazione incidentale più grave o potenzialmente più grave dell'incidente base di progetto.
Incidente di progetto	Situazione incidentale per la quale la centrale nucleare è progettata a rispondere all'interno di specifici criteri.

Incidente nucleare	Evento non intenzionale riguardante impianti o altre attività con sostanze radioattive, causato da molteplici cause (come errori operativi, rotture di apparecchiature) le cui conseguenze (o potenziali conseguenze) non sono trascurabili dal punto di vista della sicurezza e della radioprotezione.
Iodoprofilassi	Somministrazione di composti di iodio stabile (tipicamente ioduro di potassio) per prevenire o ridurre l'assunzione di isotopi radioattivi dello Iodio nella tiroide, in caso di eventi accidentali coinvolgenti lo iodio radioattivo.
KERMA	Acronimo di *Kinetic Energy Released in MAtter* (energia cinetica rilasciata nella materia) è definita come la somma delle energie cinetiche di tutte le particelle cariche generate in un campione da una radiazione ionizzante non carica (neutroni e fotoni) divisa per la massa del campione. L'unità di misura è il gray (Gy). Nel caso di radiazione X o gamma, il KERMA coincide quasi esattamente con la dose assorbita (differisce solo alle alte energie, per il contributo alla ionizzazione della radiazione di frenamento degli elettroni secondari).
Limite	Valore di una generica grandezza relativa a specifiche attività o usi di sostanze radioattive che non deve essere superato, pena determinate sanzioni legali o amministrative.
Limite di rilevabilità	Valore sperimentale di una grandezza rivelabile, al di sotto del quale la strumentazione utilizzata non è in grado di scendere.
Livello di azione	Valore di dose o di altra grandezza operativa misurabile (concentrazione, attività, …) in corrispondenza del quale deve essere presa in considerazione l'adozione di una azione protettiva, sia nel corso di una emergenza sia in caso di esposizione cronica.
Livello di intervento di dose	Valore di dose in corrispondenza del quale deve essere presa in considerazione l'adozione di una azione protettiva, sia nel corso di una emergenza sia in caso di esposizione cronica.
Livello di riferimento	Livello di azione (vedi), livello di intervento (vedi) o ogni altro tipo di livello in corrispondenza del quale devono essere prese in considerazione specifiche attività.
Misura protettiva	Pratica amministrativa o azione presa a tutela della salute dei lavoratori, della popolazione e dell'ambiente, sia in condizioni di normale esercizio sia in condizioni di eventi accidentali o anomali.
Particolato	Sostanze allo stato solido o liquido emesse da sorgenti naturali o antropiche (come il caso di centrali elettronucleari) che, a causa delle loro piccole dimensioni, restano sospese in atmosfera per tempi più o meno lunghi.
Prodotti di fissione	Atomi risultanti dal processo di fissione di ^{235}U a seguito di assorbimento di un neutrone. I prodotti di fissione radioattivi (come ^{90}Sr, ^{131}I e ^{137}Cs) rappresentano il fattore di rischio più elevato della nube radioattiva durante un incidente o del combustibile irraggiato alla fine del ciclo nucleare.
Radioattività	Fenomeno fisico in base al quale gli atomi subiscono una spontanea e casuale disintegrazione, accompagnata dall'emissione di radiazione. La radiazione emessa può essere di vario tipo, ma normalmente è una radiazione *alfa* (nuclei di elio), *beta* (elettroni), *gamma* (fotoni o raggi X) e *neutroni*. La radioattività

	può essere di origine *naturale* (raggi cosmici o radioattività del suolo e delle rocce) o *artificiale* (indotta dalle attività umane, come i prodotti di fissione), può essere concentrata in *sorgenti* particolari oppure essere diffusa nell'ambiente (*radioattività ambientale*).
Radioattività ambientale	vedi radioattività.
Radioattività artificiale	vedi radioattività.
Radioattività naturale	vedi radioattività.
Radioisotopi	Elementi radioattivi di uguale numero atomico e differente peso atomico (p. es. ^{235}U isotopo radioattivo dell'Uranio naturale, entrambi con identico numero atomico 92 e differente peso atomico).
Radionuclidi	Atomi che subiscono il fenomeno della radioattività (vedi).
Reattore ad acqua leggera	Reattore nucleare a fissione che utilizza H_2O come elemento moderatore dei neutroni di fissione, schermo e refrigerante.
Reattore nucleare a fissione	Sistema complesso in grado di gestire e sfruttare una reazione a catena (fissione nucleare) in modo controllato, utilizzato come componente base nelle centrali nucleari (vedi).
Ricaduta radioattiva	vedi Fall out.
Scarico di impianti	Rilascio controllato e pianificato di materiale radioattivo (generalmente in forma liquida o gassosa) nell'ambiente.
Scenario	Insieme di condizioni operative e di eventi, postulati o assunti come riferimento per l'analisi e la valutazione delle conseguenze.
Scenario di riferimento	Scenario (vedi) preso come base per l'attività di pianificazione e di prevenzione.
Sievert (Sv)	Unità di misura della dose equivalente e della dose efficace; se il fattore di ponderazione della radiazione è uguale a uno (per fotoni e raggi gamma), $1 \text{ Sv} = 1 \text{ J kg}^{-1}$.
Sistema di contenimento	Metodi o strutture fisiche progettate per prevenire o controllare il rilascio e la dispersione di sostanze radioattive.
Sistema di refrigerazione	Sistema di asportazione del calore prodotto durante la fissione nucleare, tipicamente mediante un liquido refrigerante (H_2O o D_2O) negli attuali reattori nucleari a fissione (vedi).
Sistema di abbattimento	Sistema di filtri utilizzato per minimizzare l'emissione di vapore-gas dai camini di un impianto o sistema a piscina di liquido refrigerante per la diminuzione rapida della temperatura in caso di fuoriuscita di materiale radioattivo liquido o solido (prodotti di fissione) dal sistema di contenimento primario di un reattore a fissione.
Sorgente radioattiva	Qualunque sostanza possa causare esposizione, sia con emissione di radiazioni sia con rilascio di sostanze o materiali radioattivi, e possa essere considerata come una specifica entità per scopi di protezione e sicurezza.
Tempo di dimezzamento	Tempo che deve trascorrere affinché l'attività si riduca di un fattore 2.
Termine di sorgente	Quantità e composizione isotopica del materiale rilasciato da una qualunque struttura di gestione o utilizzo di sostanze radioattive.
Transitorio	Fase di variazione di uno o più parametri fondamentali per il controllo di un reattore nucleare a fissione.

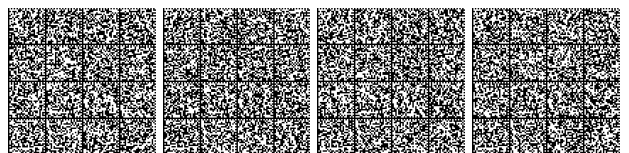
ACRONIMI

AISCAT	Associazione Italiana Società Concessionarie Autostrade e Trafori
ANAS	Azienda Nazionale Autonoma delle Strade
APAT	Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici (adesso ISPRA)
ARIES	Accidental Release Impact Evaluation System Sistema informatizzato per valutare l'impatto ambientale del rilascio di contaminanti in atmosfera in caso di incidente, sino alla stima delle dosi. Consente di simulare la dispersione atmosferica su scala locale, nazionale e continentale. Realizzato e gestita da ISPRA
ARPA	Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente
ASI	Agenzia Spaziale Italiana
ASL	Azienda Sanitaria Locale
CC	Carabinieri
CEVaD	Centro Elaborazione e Valutazione Dati Struttura di supporto agli organi decisionali del Dipartimento della Protezione Civile (come previsto dall'art. 123 del D.L.vo n.230/1995 e succ. mod.), di cui fanno parte esperti designati dell'APAT (che svolge funzioni di coordinamento), del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco, del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare, dell'Istituto Superiore di Sanità, dell'ISPESL e delle Regioni
CFC	Centro Funzionale Centrale
CFR	Centro Funzionale Regionale
CFS	Corpo Forestale dello Stato
CGR	Commissione Grandi Rischi Organo consultivo tecnico-scientifico e propositivo del Dipartimento della Protezione Civile in materia di previsione e prevenzione delle varie ipotesi di rischio. La Commissione è presieduta dal Presidente del Consiglio dei Ministri ovvero dal Ministro dell'Interno da lui delegato ovvero, in mancanza, da un delegato del Presidente del Consiglio dei Ministri ed è composta dal capo del Dipartimento della protezione civile, con funzioni di vice presidente, che sostituisce il presidente in caso di assenza o impedimento, da un esperto in problemi di protezione civile, da un esperto per ciascuno dei settori di rischio di cui all'art. 3, da due esperti designati dall'Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici, da due esperti designati dalla Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le regioni e le province autonome di Trento e Bolzano e da un rappresentante del Comitato nazionale di volontariato di protezione civile
CNR	Consiglio Nazionale delle Ricerche
CoDecS	Coding Decoding Software Programma dedicato per la trasmissione dei dati e delle informazioni, all'interno del sistema di allarme europeo ECURIE (vedi)
COI	Centro Operativo di Vertice Interforze
CPVVF	Comando provinciale dei vigili del fuoco
CRR	Ex Centri Regionali di riferimento per la radioattività ambientale
DPC	Dipartimento della Protezione Civile
DVVFSPDC	Dipartimento dei vigili del fuoco, del soccorso pubblico e della difesa civile
ECURIE	European Community Urgent Radiological Information Exchange Rete europea per la pronta notifica di eventi nucleari o radiologici. Il sistema è stato creato dall'Ue nel 1987, dopo la tragedia di Cernobyl, sulla base della Decisione del Consiglio UE 87//600//Euratom
EE.LL.	Enti Locali
ENAC	Ente Nazionale per l'Aviazione Civile
ENAV	Ente Nazionale per l'Assistenza al Volo
ENEA	Ente per le Nuove Tecnologie, l'Energia e l'Ambiente
ENEL	Ex Ente Nazionale per l'energia Elettrica Convertito in Società per Azioni nel 1992
ENI	Ex Ente Nazionale Idrocarburi Convertito in Società per Azioni nel 1992

EURATOM	Comunità europea dell'energia atomica (CEEA) Una delle prime istituzioni comunitarie (risale al 1957). Confluita successivamente nella Commissione e nell'Unione Europea.
EURDEP	European Union Radiological Data Exchange Platform Rete di sorveglianza europea per il monitoraggio automatico continuo della radioattività in aria. Nasce dall'esigenza di poter disporre a livello europeo di dati radiologici in formato comune in caso di eventi con ampia dispersione transfrontaliera di radioattività.
GAMMA	Rete di monitoraggio dell'intensità di dose gamma in aria, realizzata e gestita da ISPRA
GdF	Guardia di Finanza
GSE	Gestore Servizi Elettrici
IAEA	International Atomic Energy Agency Organizzazione intergovernativa autonoma dell'ONU. È stata fondata nel 1957 per promuovere applicazioni pacifiche dell'energia atomica. Ha sede a Vienna
INES	International Nuclear Event Scale La scala INES comprende 7 livelli di eventi radiologici (più un livello 0 al di sotto della scala) ed è divisa in due parti: gli incidenti (dal 7° al 4° livello) e i guasti (dal 3° al 1°). Fu introdotta dalla IAEA con lo scopo di classificare incidenti nucleari e rendere immediatamente percepibile al pubblico, in maniera corretta, la gravità di incidenti di tipo nucleare, senza fare riferimento a dati tecnici di più difficile comprensione
INGV	Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
ISPESL	Istituto Superiore Prevenzione e Sicurezza sul Lavoro
ISPRA	Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ex APAT)
ISS	Istituto Superiore di Sanità
JRC	Joint Research Centre Centro Comune di Ricerca della Commissione Europea, composto da sette istituti con sedi in Belgio, Germania, Italia, Paesi Bassi e Spagna. Costituito sotto la responsabilità del Commissario per la Ricerca allo scopo di contribuire a creare una Europa più sicura, più pulita e più competitiva, il JRC è una fonte di supporto scientifico e tecnico indipendente a disposizione dei decisori politici, a servizio della Commissione e del Parlamento Europei, del Consiglio e degli Stati Membri dell'UE. Attraverso le competenze di alto profilo dei suoi ricercatori, i sette istituti della DG JRC operano infatti a sostegno delle politiche comunitarie su tre assi strategici principali: cibo, prodotti chimici, salute; ambiente e sostenibilità; sicurezza nucleare, svolgendo studi e ricerche avanzate nonchè analisi di previsione tecnico-economica al fine di aiutare il processo decisionale di sviluppo europeo
MAE	Ministero degli Affari Esteri
MIC	Monitoring and Information Centre Rete europea per la pronta notifica di eventi incidentali convenzionali
PMP	Presidi Multizonali di Prevenzione
PS	Polizia di Stato
REMRAD	Rete di monitoraggio automatico della radioattività ambientale (alfa e beta totale nel particolato atmosferico, intensità di dose gamma in aria, spettrometria gamma su filtro di raccolta del particolato). Realizzata e gestita da ISPRA
RFI	Rete Ferroviaria Italiana
SISTEMA	Centro di coordinamento nazionale che garantisce la raccolta, la verifica e la diffusione delle informazioni di protezione civile con l'obiettivo di allertare immediatamente, e quindi attivare tempestivamente, le diverse componenti e strutture preposte alla gestione dell'emergenza
SMAM	Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare
SNPC	Sistema Nazionale di Protezione Civile
TERNA	Trasmissione Elettricità Rete Nazionale Società responsabile della trasmissione dell'energia elettrica sulla rete ad alta e ad altissima tensione sul territorio nazionale
UE	Unione Europea

UNSCEAR	United Nations Scientific Committee on the Effects of the Atomic Radiation Istituzione delle Nazioni Unite fondata il 3 dicembre 1955 con la risoluzione 913(X) dell'Assemblea Generale delle Nazioni Unite. Il suo scopo è di determinare il livello e gli effetti dell'esposizione alle radiazioni ionizzanti e di fornire un rapporto all'assemblea generale dell'ONU. I dati e le pubblicazioni dell'UNSCEAR sono considerati sorgenti autorevoli di informazione da governi di tutto il mondo e organizzazioni internazionali, e sono usati come basi scientifiche per la valutazione del rischio dovuto alle radiazioni e per mettere in atto misure di protezione. I membri del comitato sono scienziati designati da 21 stati
UTG	Ufficio Territoriale di Governo

ALLEGATO 1
PRESUPPOSTI TECNICI DI ISPRA

*Viene riportato il testo integrale del documento APAT (adesso ISPRA) "***Presupposti del piano nazionale delle misure protettive contro le emergenze nucleari e radiologiche. Aggiornamento per gli eventi di origine transfrontaliera***" Rev. 1 – Novembre 2006, senza modifiche editoriali o tipografiche.*

APAT

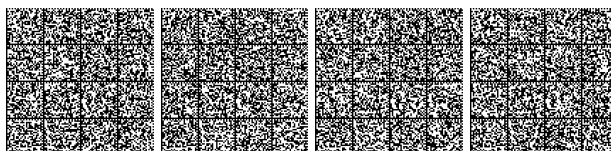
Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici

Presupposti tecnici del piano nazionale delle misure protettive contro le emergenze nucleari e radiologiche

Aggiornamento per gli eventi di origine transfrontaliera

Rev. 1 – Novembre 2006

INDICE

Il presente documento è stato predisposto dal Dipartimento Nucleare, Rischio Tecnologico e Industriale. Le valutazioni con il codice ARIES per la stima delle conseguenze radiologiche sono state svolte dal Servizio Interdipartimentale per le Emergenze Ambientali

1. INTRODUZIONE

Il presente documento propone una rivalutazione dei presupposti tecnici del Piano Nazionale delle misure protettive contro le emergenze radiologiche, definiti nel 1995 sulla base di studi svolti dall'ex ANPA (ora APAT) e dall'Istituto Superiore di Sanità (ISS) negli anni precedenti.

La rivalutazione è stata condotta con riferimento ad eventi di origine transfrontaliera, così come previsto dall'art. 121 del D.L.vo n. 230 del 1995 e successive modifiche, tenuto altresì conto dell'intento espresso dal Dipartimento della Protezione Civile della Presidenza del Consiglio dei Ministri di estendere le capacità di protezione offerte dal piano attualmente in vigore.

Il Piano Nazionale, emesso nel 1997 sulla base dei suddetti presupposti, tiene conto del carattere transfrontaliero delle possibili conseguenze di eventi incidentali a centrali elettronucleari, drammaticamente evidenziato dall'incidente di Chernobyl. Esso considera, comunque, le diverse caratteristiche tecnologiche degli impianti occidentali rispetto a quelli in funzione negli anni '80 nell'ex-Unione Sovietica. Tali caratteristiche consentono di accreditare, anche nel caso di scenari incidentali particolarmente degradati comportanti la fusione del nocciolo (denominati incidenti "severi"), una certa capacità del sistema di contenimento di limitare il rilascio all'ambiente degli elementi radioattivi che si possono liberare dal reattore.

Pur potendosi confermare, anche alla luce delle valutazioni più recenti, l'elevato grado di cautela offerto dai presupposti tecnici a base del piano del 1997, si è ravvisata comunque l'opportunità di effettuare una rivalutazione di tali presupposti per tener conto:

- dell'evoluzione della tecnologia (ad es.: negli impianti sono state rafforzate le protezioni contro incidenti "severi"),
- delle modifiche introdotte in alcuni impianti, quali ad es. l'incremento della potenza estratta dal reattore e l' utilizzo di combustibile ad alto bruciamento,
- della disponibilità di studi aggiornati sul comportamento incidentale degli impianti e sulle possibili conseguenze radiologiche di eventi severi a grandi distanze,
- delle posizioni più recenti assunte in ambito internazionale in materia di emergenza esterna, in particolare nei paesi confinanti ove sono in esercizio impianti nucleari.

In aggiunta a ciò, in tempi più recenti è emersa anche l'esigenza di valutare l'influenza nella determinazione delle basi tecniche della pianificazione dei nuovi fattori di rischio associati alla persistente situazione di crisi internazionale.

Per sviluppare le necessarie valutazioni di aggiornamento, essendo i presupposti tecnici riferiti ad impianti in esercizio nei paesi confinanti, si è ritenuto necessario acquisire informazioni sugli approcci adottati presso tali paesi. Ulteriori elementi sono stati altresì acquisiti in tema di basi tecniche per la pianificazione d'emergenza negli Stati Uniti, anche perché tale approccio risulta nella sostanza mutuato dalla Slovenia per la definizione della pianificazione di emergenza per l'impianto di Krško che, come noto, è un impianto tra i più prossimi ai confini nazionali. Elementi informativi sono stati infine raccolti sull'approccio adottato dall'Austria.

Il quadro internazionale delineato attraverso la suddetta ricognizione ha portato a confermare che i presupposti tecnici del piano nazionale del 1997 risultano in generale in linea con le prassi oggi adottate negli altri paesi ove sono presenti impianti in esercizio, ed offrono un buon grado di copertura rispetto a situazioni incidentali derivanti da guasti con probabilità di accadimento molto basse.

Tuttavia, in considerazione dell'intento del Dipartimento della Protezione Civile di estendere le capacità di copertura previste dal piano nazionale, tenuto altresì conto che la pianificazione di emergenza rappresenta l'ultimo dei livelli previsti nell'approccio della difesa in profondità, adottato

nella filosofia di sicurezza delle installazioni nucleari quale protezione a fronte della componente residua del rischio, i presupposti tecnici sono stati rivalutati facendo riferimento a situazioni ancor più degradate di quelle assunte a base del piano del 1997.

Tali situazioni sono state definite in modo tale da costituire un inviluppo rispetto a quelle utilizzate a riferimento per le pianificazioni di emergenza nei paesi che ospitano gli impianti prossimi al confine nazionale. In particolare, le situazioni considerate sono rappresentative di scenari di riferimento caratterizzati da un processo di danneggiamento del reattore e da una perdita della funzione di contenimento. Rispetto a scenari incidentali di tale natura si è però considerato ragionevole dar credito ad un'efficacia, quanto meno parziale, delle capacità di mitigazione esistenti sul sito.

Le basi tecniche della rivalutazione sono presentate in dettaglio nel rapporto APAT "*Basi tecniche per l'aggiornamento dei presupposti del piano nazionale delle misure protettive contro le emergenze nucleari e radiologiche. Eventi di origine transfrontaliera – Rev. 1 Novembre 2006*" che costituisce parte integrante del presente documento.

2. SCENARI INCIDENTALI DI RIFERIMENTO E TERMINE DI SORGENTE

I tipi di scenario identificabili, nel caso di centrali nucleari con reattori ad acqua leggera (fino a 1500 Mwe) sono raggruppati nelle seguenti due classi:

Classe A Questa classe comprende gli incidenti di progetto (rottura della tubazione d'impianto di diametro maggiore, espulsione repentina di una barra di controllo, etc.), incluse quelle sequenze valutate assumendo, oltre al malfunzionamento dei sistemi ausiliari, una degradazione nella efficacia dei sistemi di abbattimento dei prodotti di fissione (filtri, piscine d'acqua, etc.) o una parziale fusione del nocciolo. Questa classe, con le suddette sequenze più degradate, è quindi rappresentativa della massima gravità cui possono arrivare gli incidenti base di progetto. I rilasci calcolati, viste le ipotesi prudenziali sopra descritte circa l'efficacia dei sistemi di abbattimento dei rilasci stessi, arrivano fino a circa 45 TBq (poco più di un migliaio di Ci), pari ad una frazione dell'inventario dei prodotti di fissione

Classe B Questa classe comprende gli scenari incidentali particolarmente gravi, di del nocciolo dell'ordine di 10^{-5} probabilità molto bassa, nel corso dei quali, pur avendo luogo una serie di malfunzionamenti ai sistemi di salvaguardia e di danni al nocciolo, si può realisticamente ipotizzare che:

- nel caso di eventi che traggano origine all'interno dell'impianto, i sistemi di abbattimento e di contenimento, pur parzialmente degradati, possano continuare ad offrire una barriera atta a limitare il rilascio all'ambiente;
- nel caso di eventi di origine esterna, che possano avere come effetto primario la perdita del sistema di contenimento, le azioni di recupero e di mitigazione dei danni a carico del nocciolo del reattore, necessarie ove eventualmente quest'ultimo risenta del possibile evento iniziatore, possano dar luogo all'arresto del processo di fusione generalizzata o, qualora quelle azioni non avessero successo, sia comunque possibile dar luogo ad un parziale abbattimento dei particolati radioattivi.

I rilasci calcolati in dette condizioni sono dell'ordine di un decimo dell'inventario complessivo dei prodotti di fissione, cioè circa 10^{19} Bq.

Per la riconsiderazione, richiesta dal Dipartimento della Protezione Civile, delle caratteristiche e dei requisiti del Piano Nazionale si sono assunti a riferimento scenari della classe B, come sopra configurati.

Situazioni incidentali con rilasci più gravosi di quelli relativi alla classe B possono aver luogo se si ipotizza che vi siano simultaneamente l'insuccesso della mitigazione di eventuali transitori a carico del sistema di refrigerazione del reattore (sia da parte dei sistemi automatici, sia da parte del personale d'impianto mediante l'utilizzo delle procedure di emergenza), la perdita del contenimento e l'insuccesso di ogni tentativo di abbattimento dei rilasci. L'assunzione di tali ipotesi estreme, in base alle quali viene supposto il rilascio nell'ambiente della quasi totalità dei radionuclidi presenti nel reattore è da ritenersi inutilizzabile ai fini di scelte operative, come già specificato nei presupposti assunti a base del Piano Nazionale emesso nel 1997, tenuto conto che gli scenari ad esse associabili risultano poco plausibili e comunque di probabilità estremamente bassa.

La caratterizzazione in composizione e tempi di emissione della sorgente è stata ricavata dai risultati di studi, effettuati prevalentemente negli Stati Uniti d'America, che hanno preso in esame diverse tipologie di impianti, di diverse generazioni. Da questi studi è scaturita la normativa, attualmente applicata in quel paese, riguardante il termine di sorgente da assumere a riferimento per la scelta dei siti e per la progettazione degli impianti. Detto termine di sorgente fa proprio riferimento a condizioni di incidente severo ed individua le frazioni di inventario di radioisotopi che dal reattore si possono rendere disponibili al contenimento nel corso di una sequenza inviluppo. Vengono individuati diversi intervalli temporali che partono da mezz'ora dopo l'evento iniziatore e concludono il rilascio dei radioisotopi dal nocciolo fuso, verso il contenimento, in circa 10 ore.

Ai fini della definizione dei presupposti tecnici si considera che il contenimento sia solo parzialmente degradato, in analogia con quanto già previsto nel precedente Piano, o che, in presenza di degradazioni severe del contenimento, possano aver luogo interventi intesi a refrigerare il nocciolo, ad allagare la cavità reattore o a spruzzare acqua nel contenitore. Si suppone cautelativamente che la durata del rilascio all'ambiente sia di due ore.

In particolare vengono assunti a riferimento i parametri di rilascio specificati nel quadro sintetico di seguito riportato.

Caratterizzazione del rilascio conseguente alle ipotesi incidentali inviluppo

***Forma fisica*: si distinguono diverse classi di radionuclidi, in funzione del relativo comportamento in:**

- **Gas nobili**
- **Alogeni**
- **Metalli Alcalini**
- **Gruppo del Tellurio**
- **Bario e Stronzio**
- **Metalli Nobili**
- **Gruppo del Cerio**
- **Lantanidi**

***Forma chimica*: le forme chimiche considerate negli studi sono molto varie e ripercorrono gli scenari più probabili.**

***Entità del rilascio*: il rilascio all'ambiente è rappresentato dalla frazione di inventario dei radionuclidi contenuti nel nocciolo allo spegnimento del reattore. Sulla base delle considerazioni sviluppate nel documento di basi tecniche, sono stati assunti i seguenti valori:**

Isotopi	Frazioni di rilascio
Gas nobili	1
Alogeni	0,075
Metalli Alcalini	0,075
Gruppo del Tellurio	0,0305
Bario e Stronzio	0,012
Metalli Nobili	0,0005
Gruppo del Cerio	0,00055
Lantanidi	0,00052

***Altezza del rilascio*: rilascio al suolo**

L'energia associata al rilascio si considera relativamente modesta e tale da non influenzare le concentrazioni al suolo dei vari radionuclidi rispetto alle ipotesi di rilascio a quota campagna.

***Tempo di rilascio:* due ore.**

3. STIMA DELLE CONSEGUENZE RADIOLOGICHE

Assumendo il termine di sorgente inviluppo sopra definito sono state effettuate alcune simulazioni sulla dispersione atmosferica, a lunga distanza, dei radionuclidi rilasciati, prendendo a riferimento due impianti particolarmente prossimi ai confini nazionali: Krško (Slovenia) e St Alban (Francia).

La scelta di queste due centrali ai fini delle stime condotte deriva principalmente dalla loro vicinanza al territorio italiano rispetto ad altre installazioni e da considerazioni relative ad altri fattori rilevanti quali la configurazione orografica e la direzione dei venti dominanti; la scelta non implica alcuna valutazione di merito sul livello di sicurezza di tali centrali.

Per le simulazioni è stato utilizzato il codice Apollo del sistema ARIES (Accidental Release Impact Evaluation System), che rappresenta il sistema di calcolo adottato a livello nazionale per la valutazione della dispersione atmosferica a lunga distanza di inquinanti stabili o con decadimento rilasciati da sorgenti puntiformi. Il sistema è operativo presso il Centro di Emergenza dell'APAT. ARIES è stato utilizzato ipotizzando condizioni meteorologiche particolarmente sfavorevoli, individuate sulla base di effettive situazioni atmosferiche verificatesi nell'arco di qualche anno.

Dette simulazioni sono state effettuate ipotizzando in particolare il rilascio dei seguenti radioisotopi, individuati come più rilevanti ai fini della valutazione delle dosi sulla base degli inventari, pesati con i fattori di dose relativi al gruppo più esposto della popolazione:

Iodio 131 ($\approx 10^{17}$ Bq)

Stronzio 90 ($\approx 10^{15}$ Bq),

Cesio 134 ($\approx 10^{16}$ Bq),

Tellurio 132 ($\approx 10^{17}$ Bq),

Cerio 144 ($\approx 10^{15}$ Bq).

Al fine di dare un'immagine visiva degli andamenti risultanti dalle simulazioni effettuate con il codice ARIES nelle Figg.1 e 2 vengono mostrate, a scopo esemplificativo, le distribuzioni territoriali delle dosi efficaci da inalazione per il gruppo di popolazione dei bambini, riferite per i due casi allo Iodio 131.

I risultati ottenuti sono riportati in maggior dettaglio nelle Tabelle 1a, 1b e 2a, 2b che seguono. In particolare:

- i valori di dose sono riferiti all'esposizione da inalazione nelle 48 h successive all'evento, in quanto i calcoli effettuati hanno mostrato che il contributo alla dose di tale via di esposizione risulta preponderante; calcoli effettuati per tempi più lunghi (5 giorni, 7 giorni) non hanno mostrato incrementi significativi rispetto alle dosi da inalazione valutate per 48 h;
- i radionuclidi che contribuiscono maggiormente alla dose da inalazione sono lo I 131 e, per un fattore 10 più basso, il Tellurio 132, mentre i contributi degli altri radionuclidi risultano trascurabili;
- la deposizione al suolo, che assume valori fino a 10^6 Bq/mq, è tale da non far prevedere, nelle prime 48 ore, contributi significativi alla dose dall' irraggiamento diretto dal suolo. Le dosi da irraggiamento dal suolo sono, naturalmente, destinate a crescere successivamente alle 48 h, ma non risultano essere tali da poter variare l'ordine di grandezza delle dosi efficaci; ciò pur assumendo che la deposizione rimanga invariata e che i tempi di esposizione siano dell'ordine del mese. La deposizione al suolo è certamente degna di attenzione ai fini dei controlli radiometrici di medio - lungo termine da effettuarsi sulle matrici alimentari ed ambientali.

Fig. 1 Esempio di risultati ottenuti dalle simulazioni con il codice ARIES effettuate applicando il termine di sorgente inviluppo all'impianto di Krško (Slovenia). Andamento delle dosi efficaci da inalazione di Iodio 131, per il gruppo di popolazione dei bambini, a 48 ore dall'inizio del rilascio

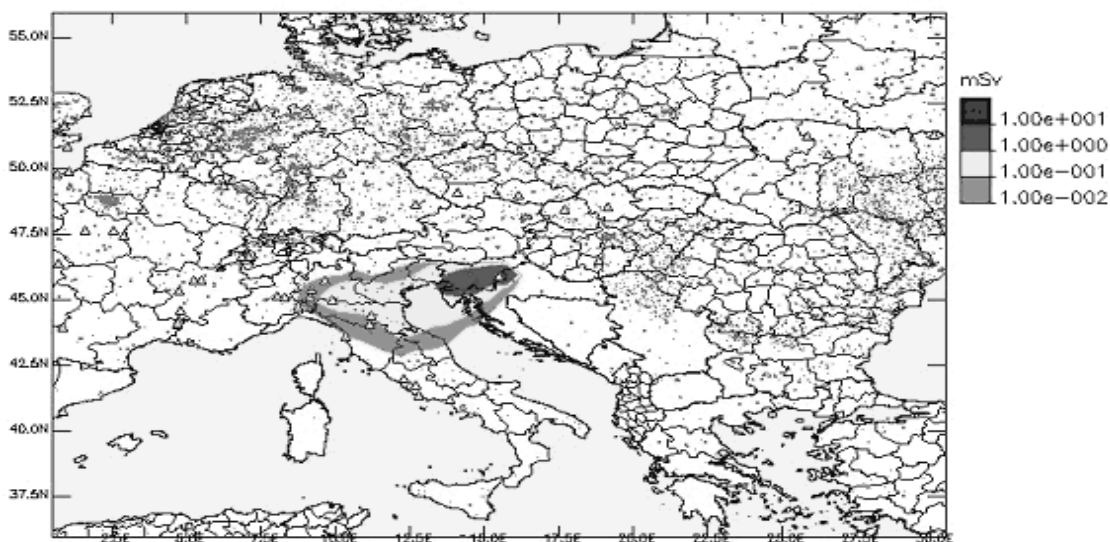



Fig. 2 Esempio di risultati ottenuti dalle simulazioni effettuate con il codice ARIES applicando il termine di sorgente inviluppo all'impianto di S. Alban (Francia). Andamento delle dosi efficaci da inalazione di Iodio 131, per il gruppo di popolazione dei bambini, a 48 ore dall'inizio del rilascio

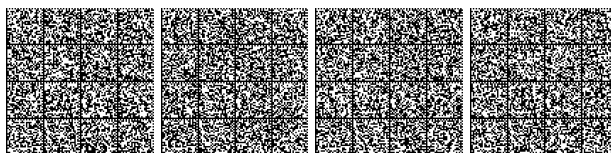
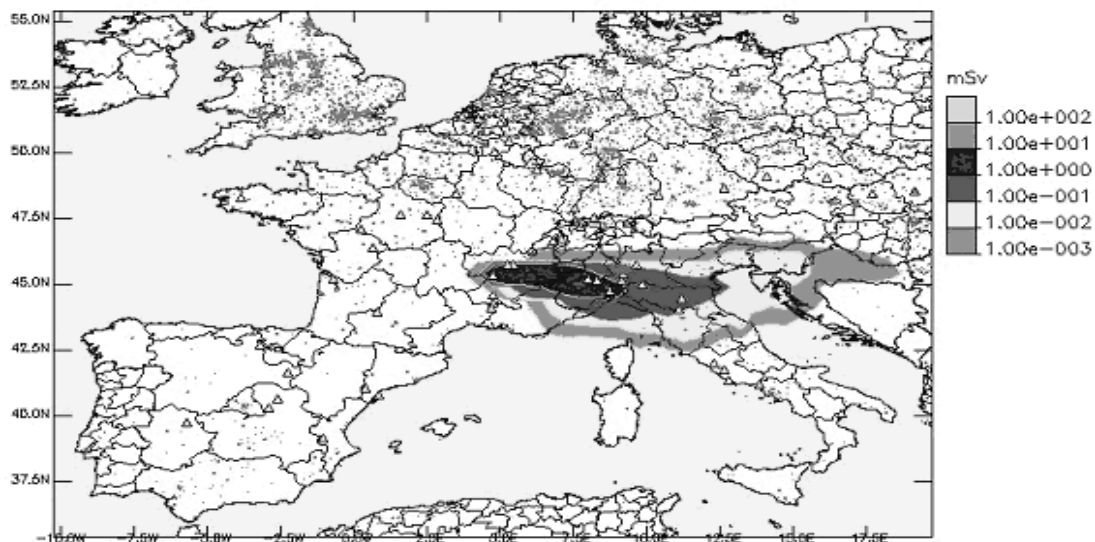



Tabella 1a) Valori massimi della dose efficace da inalazione (mSv) di Iodio 131 sul territorio nazionale, nelle 48 ore successive all'evento, risultanti dall'applicazione del termine di sorgente inviluppo alle centrali di Krško e St. Alban

Gruppi di popolazione	Krško	St. Alban
Adulti	0,8[1]	2[2]
Bambini	1,5[1]	3,5[2]
Lattanti	1[1]	2,5[2]

Tabella 1b) Distribuzione territoriale delle dosi efficaci (mSv) da Iodio 131 per il gruppo di popolazione dei bambini

Intervallo di dose (mSv)	Krško	St. Alban
1 < dose < Val. max	1 - 1,5 Aree limitate del Friuli Venezia Giulia	1 - 3,5 Piemonte, Valle d'Aosta, aree delle regioni Lombardia e Liguria
0,1 – 1	Regioni del Nord- Est ed Emilia Romagna	Gran parte del Nord Italia

Tabella 2a) Valori massimi della dose equivalente alla tiroide (mSv) da I 131 sul territorio nazionale, nelle 48 h successive all'evento, risultante dall'applicazione del termine di sorgente inviluppo alle centrali di Krško e St. Alban

Gruppi di popolazione	Krško	St. Alban
Adulti	16	40
Bambini	27	70
Lattanti	20	50

[1] L'intervallo tra circa 0,5 mSv ed il valore massimo indicato impegna una estensione dell'ordine dei 20.000 Km^2
[2] L'intervallo tra circa 0,5 mSv ed il valore massimo indicato impegna una estensione dell'ordine dei 40.000 Km^2

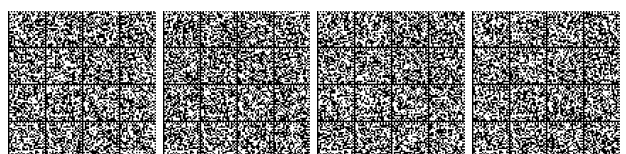



Tabella 2b) Distribuzione territoriale della dose equivalente alla tiroide (mSv) da I 131 per il gruppo di popolazione dei bambini

Intervallo di dose	**Krško**[3]	**St. Alban**[4]
10<dose<Val. max	(10-27) Aree delle regioni in prossimità del confine di Nord-Est	(10-70) Piemonte, Valle d'Aosta, aree Liguria, Lombardia, E. Romagna

[3] L'intervallo tra circa 10 mSv ed il valore massimo indicato impegna una estensione dell'ordine dei 20.000 Km^2

[4] L'intervallo tra circa 10 mSv ed il valore massimo indicato impegna una estensione dell'ordine dei 40.000 Km^2

In sintesi, tenendo anche presenti i margini di variabilità che caratterizzano le stime delle conseguenze radiologiche a lunga distanza, per i due casi ipotizzati, applicando cioè il termine di sorgente inviluppo alle centrali di St. Alban e di Krško, si evidenziano i seguenti risultati:

– i valori massimi delle dosi risultano dello stesso ordine di grandezza. Nel caso di St. Alban sono interessate aree più ampie;
– su aree delle regioni del Nord e del Centro-nord d'Italia più prossime all'impianto interessato dall'ipotetico evento incidentale, le dosi efficaci da inalazione risultano pari ad alcune unità di mSv e la dose equivalente alla tiroide risulta pari ad alcune decine di mSv;
– la deposizione al suolo di radionuclidi, che in alcuni casi raggiunge valori di 10^6 Bq/m^2, è tale da richiedere il controllo radiometrico delle matrici ambientali ed alimentari su estese superfici del territorio nazionale, finalizzato a fornire le necessarie basi tecniche per eventuali decisioni in merito all'adozione di misure restrittive sugli alimenti.

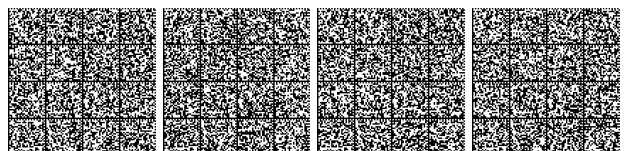
I risultati delle stime di dose effettuate fanno ritenere che l'eventuale adozione di misure protettive di riparo al chiuso e di somministrazione di iodio stabile permetterebbe di evitare qualche unità di dose efficace ed alcune decine di mSv di dose equivalente alla tiroide. Tali valori di dose evitabile si collocano nell'intorno dei valori inferiori dei livelli d'intervento, per i quali l'Allegato XII al D.L.vo. n. 230/1995 e successive modifiche indica di prendere in considerazione l'eventuale adozione delle succitate contromisure di riparo al chiuso e iodioprofilassi.

4. CONSIDERAZIONI OPERATIVE AI FINI DELLA PIANIFICAZIONE

Le valutazioni riportate, condotte anche alla luce di un confronto con l'approccio adottato a livello internazionale, fanno nella sostanza ritenere che i termini di sorgente adottati per i presupposti del Piano nazionale delle misure protettive contro emergenze nucleari e radiologiche del 1997 offrono un grado di copertura molto ampio rispetto alle condizioni incidentali ipotizzabili nelle tipologie di impianti prossimi ai confini nazionali, tenendo in particolare conto della protezione offerta dal sistema di contenimento.

Si conferma pertanto la necessità di assicurare:

a. adeguate capacità previsionali circa l'evoluzione dell'evento, in particolare con riferimento alla dispersione in atmosfera dei radionuclidi rilasciati;
b. il monitoraggio radiometrico, su estese zone del territorio nazionale e per tempi prolungati, ai fini della caratterizzazione spaziale e temporale dell'eventuale ricaduta radioattiva, con riferimento sia a matrici ambientali che a matrici alimentari di rilevanza.

Tuttavia, in considerazione dell'intento del Dipartimento della Protezione Civile di estendere le capacità di mitigazione del Piano, al fine di rafforzare la componente di difesa in profondità propria della pianificazione di emergenza, sono stati selezionati scenari più gravosi, individuando un termine di sorgente inviluppo rispetto a quanto assunto a riferimento nei paesi confinanti e limitrofi con centrali nucleari nel loro territorio.

Le caratteristiche degli scenari considerati e le risultanze delle valutazioni delle conseguenze radiologiche associabili al termine di sorgente inviluppo individuato suggeriscono l'opportunità di prendere in considerazione il potenziamento delle esistenti capacità di previsione e di monitoraggio, nonché l'opportunità di prendere in considerazione, per aree del Nord e Centro-Nord d'Italia più prossime all'impianto interessato dall'ipotetico evento incidentale, ed a tutela di particolari gruppi di popolazione, quali ad esempio i bambini e i lattanti:

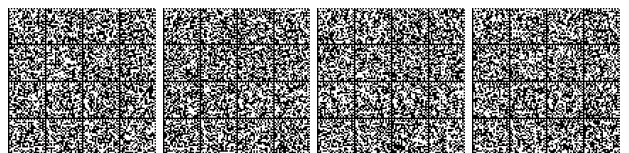
a) l'eventuale adozione di una misura protettiva di riparo al chiuso;
b) la previsione della disponibilità, e delle relative modalità di distribuzione, di dosi di iodio stabile, ai fini dell'eventuale adozione di una misura protettiva di iodioprofilassi.

Tali azioni protettive sono volte a contenere l'esposizione della popolazione entro i valori inferiori dei livelli di intervento, espressi in termini di dose evitabile, stabiliti dalla legislazione italiana. La pianificazione di dette azioni protettive rende disponibile un ampio margine, in termini di intervalli di dosi evitabili, per tener conto sia delle incertezze esistenti nella valutazione dei rilasci e delle dosi conseguenti, sia di rilasci più gravosi di quelli ipotizzati.

I succitati provvedimenti protettivi, per la cui attuazione la pianificazione potrà prevedere le relative predisposizioni, dovrebbero comunque essere attuati, a seguito di un ipotetico evento reale, qualora ciò venisse ritenuto effettivamente necessario sulla base delle informazioni acquisite dalle autorità del paese in cui si è verificato l'evento e sulla base di dati previsionali e di misura che permettano di caratterizzare in maniera adeguata l'intensità e l'estensione della contaminazione.

Infine, per favorire una definizione degli interventi da adottare quanto più rapida ed efficace possibile, va segnalata l'importanza che il piano preveda specifiche modalità di collaborazione con le Autorità dei paesi confinanti, da stabilirsi con appositi accordi bilaterali, ad integrazione dei meccanismi di notifica e scambio d'informazioni già previsti nell'ambito della Convenzione sulla pronta notifica di incidenti nucleari e della Decisione del Consiglio dell'Unione Europea 87/600 in materia di scambio rapido delle informazioni in caso di emergenze radiologiche.

ALLEGATO 2
BASI TECNICHE PRESUPPOSTI TECNICI

*Viene riportato il testo integrale del documento APAT (adesso ISPRA) "****Basi tecniche per l'aggiornamento dei presupposti del piano nazionale delle misure protettive contro le emergenze nucleari e radiologiche. Eventi di origine transfrontaliera****" Rev. 1 – Novembre 2006, senza modifiche editoriali o tipografiche.*

APAT

Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici

Basi tecniche per l'aggiornamento dei presupposti del piano nazionale delle misure protettive contro le emergenze nucleari e radiologiche. Eventi di origine transfrontaliera

Rev. 1 - Novembre 2006

Il presente rapporto è parte integrante del documento "Presupposti tecnici del piano nazionale delle misure protettive contro le emergenze nucleari e radiologiche – Aggiornamento per gli eventi di origine transfrontaliera - Rev.1 - Nov. 2006".

INDICE

1. PREMESSA

Il presente documento illustra le basi tecniche per una rivalutazione dei presupposti tecnici del Piano Nazionale delle misure protettive contro le emergenze radiologiche, definiti nel 1995 sulla base di studi svolti dall'ex ANPA (ora APAT) e dall'Istituto Superiore di Sanità negli anni precedenti.

La rivalutazione è stata condotta con riferimento ad eventi di origine transfrontaliera, così come previsto dall'art. 121 del D.L.vo n. 230 del 1995 e successive modifiche, tenuto altresì conto dell'intento espresso dal Dipartimento della Protezione Civile della Presidenza del Consiglio dei Ministri di estendere le capacità di protezione offerte dal piano attualmente in vigore.

Il Piano Nazionale, emesso nel 1997 sulla base dei suddetti presupposti, tiene conto del carattere transfrontraliero delle possibili conseguenze di eventi incidentali a centrali elettronucleari, drammaticamente evidenziato dall'incidente di Chernobyl. Esso considera, comunque, le diverse caratteristiche tecnologiche degli impianti occidentali rispetto a quelli in funzione negli anni '80 nell'ex-Unione Sovietica. Tali caratteristiche consentono di accreditare, anche nel caso di scenari incidentali particolarmente degradati comportanti la fusione del nocciolo (denominati incidenti "severi"), una certa capacità del sistema di contenimento di limitare il rilascio all'ambiente degli elementi radioattivi che si possono liberare dal reattore.

Pur potendosi confermare, anche alla luce delle valutazioni più recenti, l'elevato grado di cautela offerto dai presupposti tecnici a base del piano del 1997, si è ravvisata comunque l'opportunità di effettuare una rivalutazione di tali presupposti per tener conto:

- dell'evoluzione della tecnologia (ad es.: negli impianti sono state rafforzate le protezioni contro incidenti "severi"),
- della disponibilità di studi aggiornati sul comportamento incidentale degli impianti e sulle possibili conseguenze radiologiche di eventi severi a grandi distanze,
- delle modifiche introdotte in alcuni impianti, quali ad es. l'incremento della potenza estratta dal reattore e l'utilizzo di combustibile ad alto bruciamento,
- delle posizioni più recenti assunte in ambito internazionale in materia di emergenza esterna, in particolare nei paesi confinanti ove sono in esercizio impianti nucleari.

In aggiunta a ciò, in tempi più recenti è emersa anche l'esigenza di valutare l'influenza, nella determinazione delle basi tecniche della pianificazione, dei nuovi fattori di rischio associati alla persistente situazione di crisi internazionale.

Per sviluppare le necessarie valutazioni di aggiornamento, essendo i presupposti tecnici riferiti ad impianti in esercizio nei paesi confinanti, si è ritenuto necessario acquisire informazioni sugli approcci adottati presso tali paesi. Ulteriori elementi sono stati altresì acquisiti in tema di basi tecniche per la pianificazione d'emergenza negli Stati Uniti, anche perché tale approccio risulta nella sostanza mutuato dalla Slovenia per la definizione della pianificazione di emergenza per l'impianto di Krško che, come noto, è l'impianto tra i più prossimi ai confini nazionali. Elementi informativi sono stati infine raccolti sull'approccio adottato dall'Austria.

Il quadro internazionale delineato attraverso la suddetta ricognizione ha portato a confermare che i presupposti tecnici del piano nazionale del 1997 risultano in generale in linea con le prassi oggi adottate negli altri paesi ove sono presenti impianti in esercizio, ed offrono un buon grado di copertura rispetto a situazioni incidentali derivanti da guasti con probabilità di accadimento molto basse.

Tuttavia, in considerazione dell'intento del Dipartimento della Protezione Civile di estendere le capacità di copertura previste dal piano nazionale, tenuto altresì conto che la pianificazione di emergenza rappresenta l'ultimo dei livelli previsti nell'approccio della difesa in profondità, adottato nella filosofia di sicurezza delle installazioni nucleari quale protezione a fronte della componente residua del rischio, i presupposti tecnici sono stati rivalutati facendo riferimento a situazioni ancor più degradate di quelle assunte a base del piano del 1997.

Tali situazioni sono state definite in modo tale da costituire un inviluppo rispetto a quelle utilizzate a riferimento per le pianificazioni di emergenza nei paesi che ospitano gli impianti prossimi al confine nazionale. In particolare, le situazioni considerate sono rappresentative di scenari di riferimento caratterizzati da un processo di danneggiamento del reattore e da una perdita della funzione di contenimento. Rispetto a scenari incidentali di tale natura si è però considerato ragionevole dar credito ad un'efficacia, quanto meno parziale, delle capacità di mitigazione esistenti sul sito.

Si deve inoltre considerare che le difese adottate per gli impianti operanti in altri paesi non sono comunque note nei dettagli, la qual cosa suggerisce di ampliare lo spettro degli scenari di riferimento. Detti scenari, sulla base di considerazioni di plausibilità e di probabilità, verrebbero presumibilmente esclusi per impianti analoghi installati sul territorio nazionale, per i quali, la conoscenza puntuale delle relative caratteristiche di sicurezza sarebbe in ogni caso garantita dallo sviluppo del processo autorizzativo.

2. PRINCIPALI ELEMENTI DEI PRESUPPOSTI TECNICI PER EVENTI DI ORIGINE TRANSFRONTALIERA ASSUNTI A BASE DEL PIANO DEL 1997

In questo paragrafo vengono sintetizzati i principali elementi contenuti nei presupposti tecnici del piano del 1997, che ponevano l'attenzione esclusivamente su eventi incidentali che traggono origine all'interno dell'impianto.

Tipologie di scenari incidentali

Per gli scopi della pianificazione di emergenza nazionale in vigore si ritenne opportuno utilizzare i risultati degli studi di sicurezza e delle analisi di incidente sviluppati negli anni '80 in ambito internazionale ai fini della progettazione e dei processi autorizzativi delle centrali nucleari, anche con l'adozione di metodologie probabilistiche.

Nell'ambito delle valutazioni delle conseguenze ambientali e sanitarie, e quindi della predisposizione delle misure di emergenza necessarie, si ritenne conveniente raggruppare gli scenari risultanti dagli studi in due classi (A e B), con conseguenze crescenti in termini di rilascio di radioattività all'ambiente (rispettivamente da circa 50 a circa 3000 TBq). Ciascuna classe era rappresentativa di una molteplicità di sequenze incidentali ipotizzabili. In particolare, ai fini della pianificazione, sono stati scelti scenari incidentali appartenenti alla classe B, caratterizzati dalla fusione generalizzata del nocciolo e dalla degradazione dei sistemi di abbattimento e di contenimento delle sostanze radioattive rilasciate a seguito dell'incidente; in detti scenari si tiene peraltro conto degli interventi di recupero ragionevolmente ipotizzabili da parte del personale d'impianto.

Scenari più gravosi vennero esclusi sulla base della considerazione che essi potevano ritenersi conseguenti a fenomenologie dalla caratterizzazione fisica molto incerta o all'assenza di qualsiasi intervento di recupero, indipendentemente dai tempi di evoluzione della sequenza, assunzione di per sé molto cautelativa.

Scenario di riferimento

Le basi tecniche del piano nazionale del 1997 derivano, tra l'altro, da un lavoro effettuato in collaborazione con l'AGIP Nucleare e sono documentate anche in un rapporto emesso dal CSNI dell'OECD/NEA (rif. G), nella parte b (Possible revision of Accident Sequences According to the Indications of Recent Source Term Studies: An Example Prepared by ENEA/DISP").

L'approccio che fu sviluppato si basava sulle seguenti considerazioni:

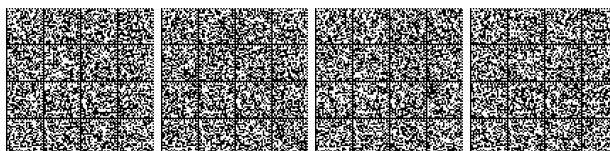
- le sequenze considerate erano tutte quelle a probabilità più bassa di quella della fusione del nocciolo di un fattore pari a 5 x 10^{-2} (in altri termini si ipotizzava che potessero aver luogo ulteriori degradazioni successivamente alla fusione del nocciolo);
- per una gran parte delle sequenze incidentali, i tempi di evoluzione erano tali da poter considerare anche la possibilità che il personale operativo potesse mettere in atto provvedimenti mitigativi, a valle della fusione del nocciolo, tali da cambiare l'evoluzione successiva dei rilasci;
- sulla base delle evidenze derivanti dall'esperienza operativa, in particolare dai risultati delle ispezioni periodiche effettuate sugli impianti, si teneva conto del fatto che potessero essere presenti, fin da prima dell'innesco dell'incidente, aperture indesiderate nel contenimento, tali da dare luogo ad un incremento dei rilasci all'esterno. Nell'ipotesi di presenza di tali aperture, si è cautelativamente supposto che esse non influenzino l'andamento delle pressioni ma esclusivamente i rilasci;
- l'intervento dei sistemi di mitigazione consentiva di porre completamente termine al rilascio.

In generale, il risultato finale dello studio svolto sulla base del suddetto approccio indica che, a parte i gas nobili, la massima frazione di rilascio dei prodotti di fissione volatili all'ambiente, in caso di incidente per reattori di tipo PWR, è dell'ordine di 10^{-3}.

In particolare, i risultati si sono tradotti nel seguente termine di sorgente, espresso in frazioni di rilascio dell'inventario dei prodotti di un reattore tipo LWR da 1000 MWe, applicato ai fini della definizione del piano nazionale di emergenza:

Tabella 1 – Termine di sorgente del piano 1997

Elementi	**Frazioni dell'inventario rilasciate**
Gas Nobili	10^{-1}
I – Cs	6.8 x 10^{-4}
Te - Sb	1.2 x 10^{-3}
Ru - Rh	7.0 x 10^{-5}
Sr -Ba	3.8 x 10^{-4}
La - Att	5.4 x 10^{-6}

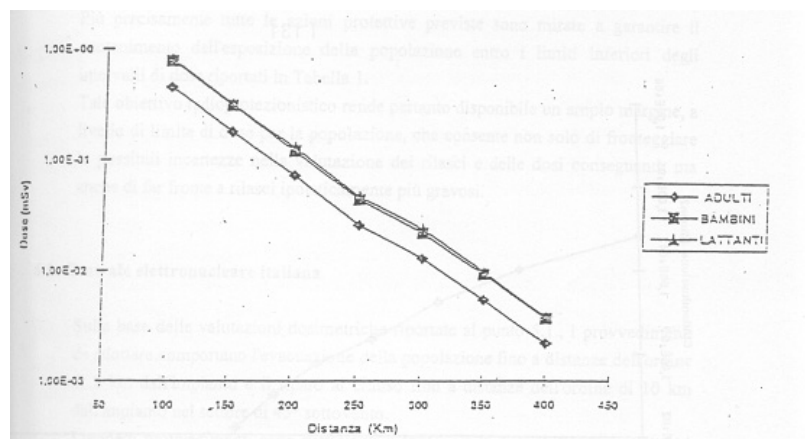
Tali frazioni sono da considerarsi come valori inviluppo e sono rilasciate con le modalità e la tempistica di seguito indicate. A tre ore dall'innesco dell'incidente cominciano

ad essere rilasciati dal nocciolo verso il contenimento i gas nobili e gli aerosol. Di conseguenza inizia anche la dispersione nell'ambiente attraverso le aperture del contenimento.

La durata dei rilasci al contenimento è di tre ore per iodio e cesio e di 7 ore per tutti gli altri radionuclidi. A 24 ore dall'innesco dell'incidente non si hanno ulteriori rilasci di aerosol all'ambiente, mentre solo dopo 10 giorni termina il rilascio di gas nobili. Alle suddette frazioni di rilascio corrisponde un'attività rilasciata all'ambiente di circa 3000 TBq.

Conseguenze radiologiche

Le valutazioni relative agli scenari su descritti, effettuate per distanze variabili da 100 a 400 km dal punto del rilascio, hanno evidenziato che:

- nelle prime ore successive al rilascio il contributo principale alla dose, sia efficace che alla tiroide, è dovuto all'inalazione di aria contaminata. I radionuclidi che contribuiscono maggiormente alla dose da inalazione sono alcuni isotopi dello iodio, del tellurio e del rutenio;
- l'andamento della dose equivalente alla tiroide da inalazione per le tre classi di età, in funzione della distanza dal punto di rilascio, è del tipo di quello riportato nella figura che segue;
- i valori più elevati riguardano il gruppo di popolazione dei bambini, come evidenziato dalla stessa figura;
- si deve tener conto degli intervalli di variabilità nei parametri che schematizzano i fenomeni (coefficienti utilizzati nei modelli di diffusione, dati meteorologici etc).

Dose equivalente alla tiroide da inalazione in funzione della distanza

Le valutazioni dosimetriche hanno evidenziato che sul territorio nazionale non vengono raggiunti livelli di dose di riferimento per l'adozione d'interventi protettivi, raccomandati a livello internazionale. E' stata comunque ravvisata la necessità di attuare tempestivamente il controllo delle condizioni diffusive e radiometriche effettivamente esistenti al momento dell'emergenza, anche al fine di un'eventuale adozione di provvedimenti specifici, quali il riparo al chiuso o la iodoprofilassi, in presenza di particolari condizioni meteorologiche locali.

Particolare importanza è stata attribuita anche alle stime previsionali dell'andamento, nel tempo e sul territorio italiano, della contaminazione radioattiva e dei conseguenti livelli di dose, elaborate sulla base sia delle informazioni fornite dallo stato estero in cui l'evento si è verificato, riguardanti l'entità del rilascio, sia dei dati radiometrici e delle condizioni diffusive e meteorologiche in atto.

Per quanto concerne le azioni finalizzate alla riduzione dell'irradiazione interna conseguente all'ingestione di alimenti contaminati, i presupposti tecnici a base del piano del 1997 indicano la necessità di attivare una campagna di controllo radiometrico della catena alimentare in tutte le aree interessate dal passaggio della nube, al fine di adottare, sulla base degli esiti delle misure, gli opportuni provvedimenti restrittivi a carico di determinate derrate. I presupposti tecnici indicano altresì l'esigenza di aumentare la frequenza delle misure effettuate dalle reti di rilevamento della radioattività ambientale, operanti sull'intero territorio nazionale, al fine di conseguire un completo controllo della situazione generale.

3. ELEMENTI DI BASE AGGIORNATI

3.1. Generalità

Come indicato in premessa, oggi vi sono nuovi elementi che suggeriscono l'opportunità di una rivalutazione dei presupposti tecnici che furono assunti a base del piano in vigore.

Uno dei motivi risiede nell'opportunità di tener conto degli innumerevoli e sistematici studi che hanno portato negli Stati Uniti alla definizione di una specifica guida tecnica (NUREG 1465, RG 1.183 del 2000) per i termini di sorgente da utilizzare nella progettazione e localizzazione degli impianti. I risultati di tali studi sono sintetizzati nell'allegato.

Bisogna inoltre tener conto del fatto che, negli ultimi anni, sono state apportate diverse modifiche agli impianti in esercizio che hanno riguardato:

- la messa a punto di procedure di gestione degli incidenti sempre più perfezionate,
- l'installazione di nuovi sistemi per fronteggiare eventi incidentali di tipo "severo",
- in taluni casi, l'incremento della potenza estratta dal reattore (ad esempio nel caso del reattore di Krško in Slovenia),
- l'utilizzo di combustibile ad alto bruciamento (più arricchito in nuclidi fissili, scaricato a circa 60000 MWd/tonn), che consente di prolungare i cicli di ricarica.

Molte delle innovazioni introdotte sono indirizzate all'incremento della sicurezza degli impianti, contribuendo pertanto a ridurre ulteriormente la probabilità di accadimento di sequenze incidentali di tipo severo che comportano significativi rilasci di radioattività all'ambiente.

E' opportuno soffermarsi sulle ultime due modifiche sopra descritte, maggiormente indirizzate ad un aumento dell'efficienza degli impianti, per verificarne le implicazioni sulle previsioni di rilascio di sostanze radioattive all'ambiente a seguito di eventi incidentali.

L'incremento della potenza presenta una diretta proporzionalità con il termine di sorgente, ma rimane sempre limitato a qualche percento della potenza iniziale.

L'incremento del bruciamento può portare, solo con il nocciolo all'equilibrio, a limitati incrementi dell'inventario di nocciolo, principalmente per quanto attiene ai prodotti di attivazione; durante il periodo di transizione verso l'equilibrio, invece, ci si attende una lieve riduzione [F]. Nel rif. [T] sono riportati i risultati di studi effettuati negli Stati Uniti sull'argomento. Detti risultati confermano una ridotta variazione dell'inventario dei

radionuclidi contenuti nel nocciolo; più in particolare, da tali valutazioni emerge che, all'aumento del bruciamento (al di sopra dei 60 GWd/MTU), gli inventari dei prodotti di fissione a vita breve rimangono costanti o si riducono, mentre gli inventari degli attinidi, meno importanti per gli eventi in esame, tendono ad aumentare (fattore 1,2 – 1,5). L'entità delle variazioni è comunque tali da rientrare nelle incertezze dei calcoli e da essere, spesso, coperte dalle cautele contenute nelle valutazioni quantitative dell'inventario di riferimento.

In aggiunta a quanto sopra indicato, in relazione alla persistente situazione di crisi internazionale, caratterizzata da un più elevato rischio di azioni terroristiche contro obiettivi sensibili, si pone inoltre l'esigenza di valutare le implicazioni di tali possibili scenari ai fini della definizione delle basi tecniche per le pianificazioni di emergenza.

Al riguardo, per quanto attiene alla valutazione delle possibili conseguenze radiologiche a lunga distanza di eventi severi a centrali nucleari oltre frontiera, è opportuno tener conto dei risultati di alcuni studi effettuati dall'ANPA in collaborazione con l'Istituto Superiore di Sanità [N] e, più di recente, in APAT [M]. Nell'ambito di tali studi sono state effettuate simulazioni per stimare le possibili conseguenze sul territorio nazionale di scenari incidentali catastrofici a carico di impianti prossimi ai confini. In dette simulazioni viene assunta deterministicamente la perdita completa del sistema di contenimento e la totale assenza di interventi mitigativi sull'impianto. Per eventi di questa gravità, nei quali non viene appunto ipotizzata alcuna mitigazione, i modelli di calcolo utilizzati per la stima della dispersione atmosferica di contaminanti e delle conseguenze radiologiche indicano che su aree del territorio nazionale non precisabili a priori in termini di posizione ed estensione possono verificarsi condizioni tali da richiedere, quanto meno, la considerazione di provvedimenti di somministrazione di iodio stabile e di riparo al chiuso. In particolare, pur nell'ambito delle incertezze dei calcoli, vengono stimati valori di dose efficace individuale che si collocano nell'ordine delle decine di mSv.

In scenari di tale gravità, sulla base di dette valutazioni, non si può inoltre escludere che, in alcune aree più limitate, si possano superare i livelli inferiori dell'intervallo di dose evitabile per il quale la detta normativa suggerisce di prendere in considerazione l' adozione di provvedimenti di evacuazione. Viene comunque ragionevolmente escluso il raggiungimento di valori di dose proiettata per cui la normativa nazionale (Allegato XII al D.L.vo. n.230/1995) ritiene sempre giustificata l'adozione di provvedimenti di intervento. Tuttavia, come tra l'altro emerge dalla ricognizione sulle prassi internazionali di seguito riportata, valutazioni di questo tipo, molto utili a fini conoscitivi, non sono utilizzate per scelte di pianificazione aventi a riferimento gli intervalli di dose evitabile citati. Al riguardo va considerata l'opportunità, tenuta presente a livello internazionale, di modulare comunque l'entità e l'estensione delle scelte di pianificazione sulla base di considerazioni di probabilità degli scenari incidentali di riferimento, pur nel rispetto dei criteri di cautela che discendono dall'applicazione del principio della difesa in profondità. Inoltre, l'evacuazione è normalmente contemplata nelle pianificazioni esclusivamente per aree limitate e prossime agli impianti ed in condizioni in cui è possibile avere un elevato grado di confidenza sul reale beneficio dell'intervento, a fronte dei rischi connessi con lo spostamento di parti di popolazione, nonché sull'andamento del rilascio radioattivo e della sua dispersione.

3.2. Il quadro di riferimento internazionale

Nell'ambito della rivalutazione dei presupposti tecnici, come anticipato in premessa, dovendosi far riferimento ad eventi incidentali ipotizzabili presso installazioni collocate nei paesi confinanti (i.e. Francia, Svizzera, Slovenia) e limitrofi (ad es. Germania), si è ritenuto particolarmente rilevante acquisire elementi informativi circa le basi tecniche e le predisposizioni di emergenza adottate in tali paesi e sono stati al riguardo interpellati gli organismi di controllo dei paesi stessi. E' stato inoltre ulteriormente approfondito l'approccio

adottato negli Stati Uniti, sia in relazione al fatto che esso è nella sostanza mutuato dalla Slovenia per la pianificazione d'emergenza relativa alla centrale di Krško, sia per tener conto dei mutamenti occorsi negli anni recenti per quanto riguarda la definizione dei termini di sorgente e dei criteri di pianificazione. In tale ricognizione, particolare attenzione è stata altresì rivolta ad individuare eventuali aggiornamenti delle basi tecniche delle pianificazioni d'emergenza introdotti per tener conto dell'attuale situazione di crisi internazionale, caratterizzata da un aumentato rischio di azioni terroristiche. Elementi informativi sono stati altresì acquisiti circa l'approccio adottato dall'Austria che, come è noto, non ha impianti sul proprio territorio ma risulta esposta al rischio d'incidenti presso le centrali in esercizio nei paesi confinanti.

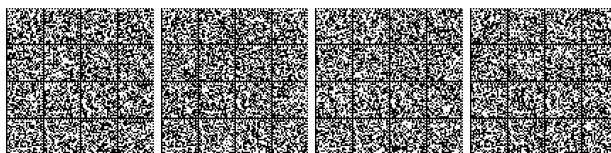
Dal riferimento [G] è possibile ricavare la posizione sul termine di sorgente adottato ai fini della pianificazione dell'emergenza in vari altri paesi negli anni '90. Tali posizioni non risultano significativamente mutate.

Nella tabella che segue vengono presentati alcuni dati relativi ad impianti posti a distanze inferiori a 200 km dai confini nazionali.

Si riporta poi nel seguito una breve sintesi delle principali informazioni riguardanti le prassi dei paesi confinanti e limitrofi.

TABELLA 2 - DATI SUGLI IMPIANTI NUCLEARI DI POTENZA ESTERI

DISTANZA DAI CONFINI ITALIANI INFERIORE AI 200 KM [U]

NOME IMPIANTO	**NAZIONE**	**COORDINATE IMPIANTO**	***Distanza approssimativa dal CONFINE***	***GESTORE***	***TIPO DI IMPIANTO***	***POTENZA***
PHENIX	FRANCIA	44.08N - 04.42E	~180 Km	CEA/EDF	FBR	233 MWe
TRICASTIN 1,2,3,4	FRANCIA	44.08N - 04.42E	~180 Km	EDF	PWR	4 x 915 MWe
CRUAS 1,2,3,4	FRANCIA	44.40N - 04.46E	~150 Km	EDF	PWR	4 x 915 MWe
St. ALBAN 1,2	FRANCIA	45.24N - 04.42E	~150 Km	EDF	PWR	2 x 1335MWe
BUGEY 2,3,4,5	FRANCIA	45.48N - 05.15E	~130 Km	EDF	PWR	2 x 880, 2 x 910 MWe
FESSENHEIM 1,2	FRANCIA	47.56N - 07.33E	~180 Km	EDF	PWR	2 x 880 MWe
MUEHLEBERG	SVIZZERA	46.44N - 08.11E	~100 Km	BKW	BWR	355 MWe
GOESGEN	SVIZZERA	47.15N - 07.46E	~100 Km	KKG	PWR	970 MWe
BEZNAU 1,2	SVIZZERA	47.32N - 07.42E	~120 Km	NOK	PWR	2 x 365 MWe
LEIBSTADT	SVIZZERA	47.36N - 08.11E	~110 Km	KKL	BWR	1165 MWe
GUNDREMMINGEN B-C	GERMANIA	48.28N - 10.15E	~150 Km	KGB	BWR	1284 – 1288 MWe
ISAR 1,2	GERMANIA	48.38N - 12.23E	~160 Km	KKI	BWR PWR	878 MWe 1400 MWe
KRŠKO	SLOVENIA	45.58N - 15.29E	~140 Km	NEK	PWR	656 MWe

Svizzera

Gli scenari incidentali di riferimento selezionati per la pianificazione d'emergenza sono così raggruppati [B]:

A. eventi incidentali senza danneggiamento del nocciolo,

B. eventi incidentali con danneggiamento del nocciolo e corretto funzionamento del contenimento e dei sistemi di filtrazione,

C. eventi incidentali con danneggiamento del nocciolo e considerando un incorretto funzionamento del contenimento.

I termini di sorgente associati ai suddetti scenari sono presentati nella seguente tabella.

Le zone delineate intorno all'impianto ai fini della pianificazione di emergenza sono così suddivise [B]:

zona 1 – area di raggio di circa 3 – 5 chilometri,

zona 2 – area di raggio di circa 20 chilometri,

zona 3 – resto del Paese.

Tabella 3 - Termini di sorgente adottati in Svizzera per i diversi scenari considerati

Termine di sorgente	**A** **Incidenti senza danneggiamento del nocciolo**		**B** **Incidenti severi con danneggiamento del nocciolo e sfiato del contenimento**		**C** **Incidenti severi con danneggiamento del nocciolo e perdita dal contenimento**	
	Riferimento per Zona 1		Riferimento per Zona 2		Riferimento per Zona 3	
Gruppi di Radionuclidi	Attività (Bq)	Frazioni	Attività (Bq)	Frazioni	Attività (Bq)	Frazioni
Gas Nobili	1,00E+16	8,00E-04	3,00E+18	3,00E-01	3,00E+18	3,00E-01
Iodii	1,00E+12	4,00E-08	1,00E+14	7,00E-06	1,00E+15	7,00E-05
Aerosols (Cesio)	1,00E+11	2,00E-09	1,00E+13	5,00E-07	1,00E+15	5,00E-05
Inizio del rilascio	dopo 0 ore		dopo 6 ore		dopo 6 ore	
Durata del rilascio	8 ore		2 ore		2 ore	

Con riferimento agli eventi di tipo C) viene assunto un termine di sorgente, per i radionuclidi guida (Iodio e Cesio), di 1000 TBq, quindi di ordine di grandezza analogo a quanto assunto negli attuali presupposti tecnici del piano di emergenza nazionale.

Per la zona 3, quella cioè di livello nazionale, l'Autorità di Controllo ha indicato che *"non sono con tutta probabilità richieste misure di protezione civile durante il passaggio della nube. Ciononostante, qualora la tipologia dell'evento fosse tale da richiedere l'adozione di contromisure a più ampio raggio, esse verrebbero ordinate, dalle strutture competenti dell'organizzazione di emergenza, senza necessità di piani preventivi dettagliati"*.

In Svizzera non sono state identificate specifiche zone del territorio d'interesse per la pianificazione di emergenza a fronte di incidenti transfrontalieri [B].

Dopo l'11 settembre 2001, le autorità svizzere hanno svolto una rivalutazione delle esistenti misure di protezione. La rivalutazione ha portato a concludere che le centrali svizzere godono di un elevato livello di protezione contro eventi di caduta d'aereo e di sabotaggio. Sulla base di tali conclusioni i piani di emergenza esterni non sono stati aggiornati.

Francia

I rilasci di prodotti di fissione all'atmosfera, associabili ad ipotetici scenari incidentali da considerare a riferimento per le pianificazioni di emergenza esterna, sono divisi in tre categorie differenti S1, S2, S3, caratterizzate da un diverso comportamento del sistema di contenimento [Z]:

- S1 corrisponde ad incidenti severi con rottura precoce del sistema di contenimento (alcune ore). Tali incidenti risultano però difficilmente rappresentabili dal punto di vista fenomenologico, quindi per essi non è richiesta una pianificazione a priori;
- S2 corrisponde ad incidenti severi con perdita differita (almeno un giorno) del contenimento, causata da una sovrapressione interna o dalla presenza di un' apertura esistente già prima dell'evento incidentale. Tuttavia, attraverso l'adozione di misure destinate a potenziare la resistenza del contenimento, i rilasci possono essere ricondotti a quelli della categoria S3;
- S3 corrisponde a rilasci indiretti dal contenimento, dovuti ad esempio ad una perforazione dello stesso nella parte bassa, causata dal materiale fuso del nocciolo dopo un giorno dall'innesco dell'incidente. Viene quindi assunto che il contenimento trattenga gran parte dei prodotti di fissione e che il suolo agisca poi da filtro per tutti i contaminanti radioattivi, ad eccezione dei gas nobili.

Tabella 4 – Termini di sorgente adottati in Francia per le diverse categorie di incidente

	Frazioni dell'inventario di nocciolo %				
	Gas Nobili	Iodio Organico	Iodio non organico	Cesio	Stronzio
S1	80	0.6	60	40	5
S2	75	0.55	2.7	5.5	0.6
S3	75	0.55	0.31	0.35	0.04

Naturalmente la probabilità di accadimento decresce da S3 a S1.

Per i piani di emergenza è assunto come presupposto tecnico il termine di sorgente S3.

Documenti più recenti [H] hanno consentito di meglio precisare i presupposti tecnici attualmente in vigore, che si riferiscono alla pianificazione locale. Non risulta che siano state predisposte pianificazioni nazionali analoghe a quella in vigore in Italia. Esistono invece piani

nazionali definiti “secret-classified”, indirizzati alla difesa da eventi derivanti da azioni terroristiche.

L’evento dimensionante il Piano di Emergenza locale è così caratterizzato:

- una perdita rilevante di refrigerante primario,
- che ha luogo prima della ricarica,
- con sistemi di refrigerazione di emergenza e spruzzatori del contenimento indisponibili,
- in presenza di una perdita dal contenitore primario dello 0,3%[1],
- senza assunzione della ritenzione dei prodotti di fissione nel sistema di refrigerazione primario,
- assumendo l’utilizzo dei filtri a sabbia, in grado di trattenere il 90% dei prodotti di fissione tranne lo iodio organico ed i gas nobili, a partire dalla 24ª ora.

Il termine di sorgente, espresso in frazioni dell’inventario di nocciolo, risulta quindi essere quello corrispondente all’ipotesi S3 sopra illustrata.

Tabella 5 – Frazioni di rilascio per la condizione incidentale S3

Famiglie di radionuclidi	**Frazioni dell’inventario di nocciolo %**
Gas nobili	75
Alogeni	0,86
Cesio	0,35
Tellurio	0,35
Stronzio	0,04
Rutenio	0,03
Lantanidi	0,005
Attinidi	0,005

Ai fini della valutazione delle conseguenze radiologiche all’esterno viene ipotizzato il rilascio al suolo con velocità del vento di 5 m/s, in condizioni di diffusione normali, senza pioggia. Non si tiene inoltre conto delle eventuali contromisure adottate per la protezione della popolazione (riparo al chiuso, evacuazione).

La pianificazione d’emergenza riguarda le misure che devono essere prese nelle prime 24 ore; più in particolare, sono distinte due fasi: una pronta (relativa alle prime sei ore) ed un’altra per la quale è richiesto un certo livello di analisi e concertazione da parte dei soggetti preposti. Le aree interessate dalle contromisure sono costituite da zone circolari nell’intorno dell’impianto, caratterizzate dai raggi e dalle misure protettive che seguono:

---

[1] Anche se non specificato nel riferimento citato trattasi di frazioni del volume libero del contenimento rilasciate giornalmente

- riparo al chiuso (applicato alla fase pronta): 2 km
- riparo al chiuso (ove necessario nella fase successiva): 10 km
- evacuazione (prevista solo nella seconda fase): 5 km
- predistribuzione dello iodio: 10 km.

La comunicazione in riferimento [H] chiarisce, inoltre, che dopo gli eventi terroristici dell'undici settembre 2001 sono stati avviati studi, in particolare finalizzati a valutare le conseguenze di un evento di caduta d'aereo, classificati come segreto di Stato. Questi studi non condurranno tuttavia ad una variazione dei piani di emergenza esterna degli impianti nucleari, poiché essi non sono indirizzati alla gestione delle possibili conseguenze derivanti da eventi di tale natura.

Esistono, come già accennato, piani dedicati alla protezione da attacchi terroristici[2], che sono tuttavia classificati. I diversi piani, indirizzati a rischi differenti, sono predisposti per poter essere usati contemporaneamente da più autorità.

Stati Uniti

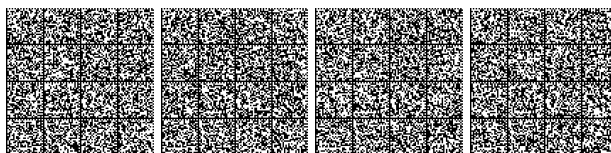
Negli Stati Uniti la pianificazione di emergenza esterna si pone l'obiettivo di predisporre una serie d'interventi la cui adozione permetta di limitare l'esposizione alle radiazioni della popolazione a fronte di un ampio spettro di eventi incidentali, che possono originare dosi superiori ai livelli d'intervento stabiliti dalle linee guida dell'Environmental Protection Agency - EPA (10 mSv dose efficace, 50 mSv dose alla tiroide).

Per la definizione delle basi tecniche della panificazione l'approccio non si basa sulla selezione di una singola sequenza incidentale ma sulla definizione di parametri inviluppo, derivanti dallo studio delle possibili conseguenze e delle caratteristiche del rilascio all'ambiente per un ampio spettro di sequenze incidentali, indipendentemente dal livello di probabilità [Q].

Tale approccio ha portato alla individuazione di due aree intorno agli impianti, definite Emergency Planning Zones (EPZ), la prima di raggio pari a 10 miglia, la seconda di raggio pari a 50 miglia, nelle quali procedere alla pianificazione di interventi urgenti finalizzati al controllo delle dosi associate rispettivamente al passaggio della nube radioattiva rilasciata (irraggiamento ed inalazione) o alla possibile ingestione di alimenti contaminati.

Va notato che i criteri alla base della determinazione dell'estensione delle zone all'interno delle quali pianificare le contromisure di emergenza sono determinati anche alla luce di considerazioni relative alla probabilità di accadimento degli scenari incidentali ed alle relative conseguenze. La distanza di 10 miglia per la prima zona d'emergenza risulta essere quella oltre la quale non si prevede di eccedere i livelli delle Protective Actions Guidelines (PAGs) dell'EPA per incidenti base di progetto e per incidenti di fusione nocciolo meno gravosi (sostanzialmente quelli per i quali si dà credito alla funzione di contenimento). Essa è altresì quella oltre la quale, nel caso d'incidenti severi più gravi (quelli ad esempio meno probabili per i quali si considera un'eventuale indisponibilità della funzione di contenimento), è possibile ottenere una drastica riduzione di effetti deterministici, mediante l'adozione di contromisure urgenti di evacuazione all'interno della zona stessa.

---

[2] Vi sono piani indirizzati alla prevenzione (Vigipirate), altri indirizzati alla mitigazione delle conseguenze radiologiche (Piratom) di attacchi terroristici.

Tale approccio consente di sviluppare una pianificazione di dettaglio per le due zone di emergenza, che costituisce comunque strumenti utili per adottare eventuali contromisure anche al di là delle zone stesse, nel caso di eventi particolarmente gravi.

In sintesi, si può affermare che l'approccio adottato negli Stati Uniti prevede la considerazione di un ampio spettro di eventi incidentali, modulata comunque sulla base di considerazioni probabilistiche. In altri termini, situazioni incidentali particolarmente gravose (ad esempio incidenti di fusione del nocciolo e fallimento del sistema di contenimento) vengono considerate, ma, alla luce delle loro bassa probabilità di accadimento, contromisure urgenti (ad es. evacuazione) vengono definite in sede di pianificazione, entro il raggio delle 10 miglia intorno all'impianto, essenzialmente con l'obiettivo di minimizzare per tali eventi effetti acuti sulla popolazione.

Questo approccio, definito nell'ambito del riferimento [K] per gli impianti nucleari in esercizio, ha trovato successivamente conferma anche in successive posizioni dell' Ente di Controllo degli Stati Uniti (Nuclear Regulatory Commission - NRC), relativamente ad impianti di nuova generazione [S].

Si ritiene inoltre d'interesse citare alcune pubbliche posizioni della stessa NRC in relazione alla difesa degli impianti a seguito degli eventi del 11 settembre 2001 [D]. Le azioni richieste agli esercenti dall'NRC, a valle degli attentati, hanno riguardato in particolare il rafforzamento delle misure di protezione fisica.

Sul piano della preparazione per l'emergenza sono stati richiesti agli esercenti provvedimenti intesi essenzialmente a migliorare la capacità di risposta in caso di esplosioni o incendi. Recentemente, con un bollettino emesso nel Luglio 2005, l'NRC ha espressamente richiesto agli esercenti informazioni sulle modalità con le quali eventi di origine dolosa sono stati inseriti tra le categorie di emergenze previste dalla pianificazione interna.

L'NRC non ritiene probabile che attacchi terroristici, incluso l'attacco aereo, possano dar luogo a rilasci all'ambiente tali da produrre effetti importanti sulla salute della popolazione - e comunque superiori rispetto a quelli già assunti a riferimento per i piani di emergenza in atto - sulla base delle seguenti caratteristiche intrinseche degli impianti:

- essi sono tra le strutture industriali più robuste, in grado di resistere anche ad eventi estremi quali uragani, tornado e terremoti;
- hanno sistemi di sicurezza ridondanti e sono eserciti da personale ben addestrato;
- sono dotati di barriere multiple per proteggere il reattore e per prevenire o minimizzare i rilasci all'esterno:
- sono predisposte strategie di mitigazione e misure specifiche atte a ridurre la probabilità di danno al nocciolo del reattore ed il conseguente rilascio di radioattività all'ambiente esterno;
- è da ritenersi improbabile che si verifichino significativi rilasci di radioattività a seguito di un attacco terroristico alle piscine di combustibile.

Sulla base delle valutazioni di sicurezza e di protezione fisica condotte, l'NRC non ha pertanto ritenuto di modificare le basi tecniche delle attuali pianificazioni d'emergenza.

Slovenia

Dal riferimento [I] è stato possibile chiarire come nella Repubblica Slovena vi siano Piani di emergenza Locali, Regionali e Nazionali, questi ultimi indirizzati anche a far fronte ad incidenti che si originano nei paesi confinanti.

I presupposti tecnici dei diversi piani non fanno riferimento a singole sequenze incidentali, ma a cosiddette "categorie di emergenza" che raggruppano diverse sequenze. La più gravosa di dette categorie considera diversi possibili livelli di danneggiamento del combustibile e del contenimento, assumendo nel caso peggiore che abbia luogo la fusione del nocciolo ed il fallimento della funzione di contenimento.

Per tale scenario estremo la pianificazione prevede la predisposizione di mezzi per attuare una evacuazione fino ad una distanza di 10 km. Detto provvedimento non è tuttavia dettato da specifiche ipotesi di rilascio all'ambiente e da stime puntuali delle relative conseguenze, ma piuttosto deriva da una trasposizione dell'approccio americano che, come detto, richiede di individuare deterministicamente un'area di evacuazione che si estende fino a 10 miglia. L'obiettivo primario è quello di prevenire entro tale distanza l'insorgenza di eventuali effetti deterministici a seguito delle sequenze incidentali più gravose.

I risultati dello studio probabilistico di sicurezza di livello 2 indicano comunque che l'insieme delle sequenze che possono dar luogo a significativi rilasci di radioattività all'ambiente corrisponde ad una piccola percentuale del totale delle sequenze incidentali con fusione nocciolo (circa il 3%). Da tali studi emerge, ad esempio, che nel caso di tali sequenze e con riferimento ai radionuclidi dello Iodio, possono essere rilasciate (con una probabilità dell'ordine di 3×10^{-6} eventi/anno) frazioni dell'inventario del nocciolo dell'ordine del 30 %.

Tali scenari, pur se non assunti a riferimento per la pianificazione di emergenza in vigore, vengono tuttavia considerati nell'ambito delle attività di valutazione a supporto del processo decisionale che vengono svolte dall'autorità di sicurezza in situazioni di reale emergenza. Nella tabella che segue sono indicate le ipotesi di termine di sorgente adottate per dette valutazioni dall'autorità di controllo slovena. Tali ipotesi sono mutuate essenzialmente dal riferimento AIEA [L].

Tabella 6 – Condizioni incidentali considerate in Slovenia per la valutazione delle emergenze

Condizione di nocciolo	**Temperatura del combustibile**	**Elemento**	**Frazione rilasciata dal nocciolo**
Camicia del combustibile intatta – Perdita normale	316°C	Attività contenuta nel refrigerante	
Spikes risultante da arresto rapido o depressurizzazione, nocciolo coperto	316°C	**100 %** dell'attività contenuta nel refrigerante, tenendo conto degli spikes	
Rilascio dal gap (Rottura della camicia) (nocciolo scoperto per 15-30 min.)	650 - 1250°C	Xe, Kr I Cs	**0.05** **0.05** **0.05**
Fusione del nocciolo (nocciolo scoperto per più di 30 min.)	>1650°C	Xe, Kr I, Br Cs, Rb	**0.95** **0.35** **0.25**

		Te, Sb, Se	**0.15**
		Ba	**0.04**
		Sr	**0.03**
		Ce, Np, Pu	**0.01**
		Ru, Mo, Tc, Rh, Pd	**0.008**
		La, Y, Pm, Zr, Nd,	
		Eu, Nb, Pr, Sm	**0.002**

L'autorità di controllo slovena ha inoltre confermato che, dopo l'evento del 11 settembre 2001 la pianificazione di emergenza non è stata aggiornata per prendere in considerazione scenari indotti da atti terroristici, a fronte dei quali sono state invece rafforzate le misure di protezione fisica della centrale.

Germania

In **Germania**, è stato istituito un *"Integrated Measurement and Information System"*, con caratteristiche di flessibilità tali da coprire tutte le tipologie di incidenti in impianti nucleari [P].

Detto sistema, con l'ausilio di esperti, consente di stimare la probabilità e l'entità dei rilasci conseguenti agli incidenti.

Grazie alla flessibilità del sistema, non si è ritenuto di apportare cambiamenti successivamente agli eventi terroristici del settembre 2001.

Risulta infine che gli studi svolti in quel paese [E] hanno portato alla conclusione che, per le potenze tipiche degli impianti nucleari esistenti, non ci si deve aspettare che possano essere richiesti interventi di riparo al chiuso per distanze superiori a 300 km anche nel caso estremo di rilascio dell'intero inventario del nocciolo all'ambiente.

Le stesse valutazioni concludono altresì che, per rilasci conseguenti a scenari analoghi a quelli assunti a riferimento nel presente studio, a distanze superiori a 100 km non vengono superati valori di dose efficace (integrata in 7 giorni) pari a 10 mSv, riferiti alla popolazione adulta.

Austria

Da quanto riportato nel rapporto austriaco relativo alla Convenzione sulla Sicurezza Nucleare, il piano di emergenza adottato in Austria si basa su di un termine di sorgente generico applicato alle centrali collocate in prossimità dei confini. Tale termine di sorgente fa riferimento ad un rilascio massimo ipotizzabile.

Per quanto concerne le possibili conseguenze radiologiche e le associate contromisure, la pianificazione prevede 5 livelli per tutte le tipologie di emergenze radiologiche, rapportati alle possibili dosi (da 0,5 a 250 mSv); a fronte di ciascuno di detti livelli sono identificate le possibili contromisure.

L'evacuazione non risulta comunque contemplata tra le misure urgenti oggetto di pianificazione, in quanto non necessaria. Ciò è stato confermato dalle valutazioni condotte da

un gruppo di lavoro misto Ceco-Austriaco sulle possibili conseguenze di eventi incidentali di tipo “severo” a carico dell’impianto di Temelin (a 50 km dai confini).

Sono comunque disponibili presso le autorità preposte alla gestione delle emergenze modelli previsionali, atti a valutare le conseguenze di eventi incidentali che dovessero verificarsi negli impianti dei paesi limitrofi, anche sulla base di dati ed informazioni forniti dai paesi stessi nell’ambito di specifici accordi.

L’Austria ha comunque dichiarato di voler procedere ad un adeguamento della pianificazione sulla base di un termine di sorgente più realistico, che tenga conto della probabilità degli eventi, così come risultante dai moderni studi probabilistici di sicurezza.

3.3. Considerazioni ai fini della rivalutazione dei presupposti tecnici

In sintesi, la ricognizione effettuata sugli approcci adottati a livello internazionale sopra esposta, ed in particolare dai paesi confinanti con impianti in esercizio, ha confermato come:

- le pianificazioni di emergenza assumano quali basi tecniche di riferimento scenari incidentali caratterizzati da una fusione del nocciolo, con parziale degradazione della funzione di contenimento;
- nei casi in cui si prenda a riferimento uno spettro di scenari incidentali comprendente anche situazioni più degradate, le misure protettive urgenti più impegnative (ad es. evacuazione) vengono pianificate in zone comunque prossime all’installazione, sulla base di considerazioni probabilistiche;
- in tutti casi si prevede la predisposizione di appropriate capacità di monitoraggio e di valutazione del reale andamento dell’evento incidentale in modo da tarare conseguentemente gli effettivi interventi protettivi da attuare.

Nella tabella di seguito è riportato un quadro delle frazioni di rilascio assunte nelle pianificazioni esterne dei paesi confinanti, a confronto con quanto assunto per il piano nazionale in vigore in Italia.

Tabella 7 – Confronto tra i termini di sorgente utilizzati i paesi limitrofi e quello alla base del piano nazionale 1997

Gruppi di Isotopi	Piano Nazionale 1997	Ipotesi francese	Ipotesi slovena	Ipotesi svizzera
Gas Nobili	1,00E-01	7,50E-01		3,00E-01
Alogeni	6,80E-04	8,60E-03	Non è stato adottato alcun termine di sorgente specifico come riferimento per la pianificazione.[3]	7,00E-05
Metalli Alcalini	6,80E-04	3,50E-03		5,00E-05
Gruppo del Tellurio	1,20E-03	3,50E-3		-
Bario, Stronzio	3,80E-04	4,00E-04		-

[3] Le frazioni di rilascio che, approssimativamente, darebbero luogo ad una dose inferiore a 10 mSv a distanze superiori a quelle per le quali sono previste azioni pianificate possono essere stimate dell’ordine dei $10^{-3} \div 10^{-4}$[E].

Metalli Nobili	7,00E-5	3,0E-4		-
Lantanidi	5,00 E-06	5,00E-05		-

Dalla tabella si può notare che il termine di sorgente assunto nel piano nazionale in vigore risulta inferiore esclusivamente a quello assunto in Francia, di circa un fattore 10 per gas nobili, alogeni e metalli alcalini.

La differenza evidenziata non risulta comunque determinante ai fini della scelta delle contromisure da prevedere a lunga distanza in sede di pianificazione, come sarà evidenziato dai risultati delle valutazioni condotte per l'aggiornamento dei presupposti tecnici, oggetto del presente documento.

Dalla ricognizione è altresì emerso che in relazione alla crisi internazionale in atto, caratterizzata dall'aumentato rischio di possibili azioni terroristiche contro gli impianti, in generale le azioni adottate sono state indirizzate a rafforzare le misure preventive di protezione fisica, potenziando eventualmente le capacità di risposta all'emergenza di sito, senza però rivedere le basi tecniche per le pianificazioni di emergenza esterna.

Le valutazioni condotte nell'ambito dei piani di difesa civile sono state dichiarate a carattere riservato ed esulano dagli obiettivi di questa rivalutazione dei presupposti tecnici.

In relazione ad eventi d'area particolarmente gravosi, indotti dall'esterno - ad esempio la caduta intenzionale di un aereo civile - diversificate appaiono allo stato le motivazioni che nei diversi paesi hanno portato ad escludere la necessità di rivalutare a fronte di tali eventi le basi tecniche delle panificazioni di emergenza esterna. Al riguardo le motivazioni addotte si riferiscono principalmente al rafforzamento delle misure di prevenzione, alla bassa probabilità dell'evento, connessa con la difficile manovrabilità del velivolo e, più in generale, al rafforzamento delle misure di controllo sul traffico aereo, nonché con la elevata resistenza delle strutture di una centrale nucleare. Restano peraltro in corso (ad esempio negli Stati Uniti ed in Francia) studi ed approfondimenti per la valutazione dei possibili effetti di tali eventi.

Un aspetto importante che, comunque, in generale viene evidenziato riguarda la disponibilità presso le installazioni di elevate capacità di mitigazione (sistemi ridondanti e separati, barriere multiple, procedure di emergenza); tale disponibilità rende molto improbabile che eventi indotti dall'esterno possano determinare danneggiamenti estesi del nocciolo del reattore, e pertanto indurre eventi più gravosi di quelli attualmente assunti a base delle pianificazioni d'emergenza.

Il quadro internazionale delineato porta a confermare che i presupposti tecnici del piano nazionale in vigore risultano in generale in linea con le prassi oggi adottate negli altri paesi ove sono presenti impianti in esercizio, ed offrono un buon grado di copertura rispetto a situazioni incidentali derivanti da guasti con probabilità di accadimento molto basse.

Tuttavia, tenuto conto del fatto che la pianificazione di emergenza rappresenta l'ultimo dei livelli previsti nell'approccio della difesa in profondità, adottato nella filosofia di sicurezza delle installazioni nucleari quale protezione a fronte della componente residua del rischio, in considerazione altresì dell'intento del Dipartimento della protezione civile di estendere le capacità di copertura previste dal piano nazionale, si ritiene ad oggi opportuno effettuare una rivalutazione dei presupposti tecnici, facendo riferimento a situazioni inviluppo rispetto a quelle utilizzate nei paesi che ospitano gli impianti prossimi al confine nazionale. Tale rivalutazione dovrebbe inviluppare efficacemente scenari di riferimento caratterizzati da

un processo di danneggiamento del reattore e da una perdita della funzione di contenimento. Rispetto a tali scenari incidentali è però da ritenersi ragionevole dar credito ad un'efficacia, quanto meno parziale, delle capacità di mitigazione esistenti sul sito.

In sintesi, sulla base delle suddette considerazioni si ritiene quindi di dover assumere un termine di sorgente avente le seguenti caratteristiche:

- inviluppi i termini di sorgente assunti per le pianificazioni d'emergenza nei paesi confinanti con impianti nucleari nel loro territorio,
- sia rappresentativo di situazioni incidentali originatisi nell'impianto, di massima gravità, comportanti la totale fusione del nocciolo, nel corso delle quali si può realisticamente contare sulla disponibilità, almeno parziale, dei sistemi di abbattimento e di contenimento dei rilasci,
- sia rappresentativo di situazioni incidentali indotte dall'esterno, tali da determinare un danneggiamento del sistema di contenimento, rispetto alle quali peraltro si possa dar credito all'attuazione di interventi mitigativi di tipo sintomatico, finalizzati a contenere il danneggiamento delle barriere del reattore deputate a limitare i rilasci di radioattività all'ambiente (es.: iniezione e spruzzamento di acqua, estinzione incendi); anche se le sequenze di tal tipo e gli associati interventi mitigativi non sono individuabili in maniera sistematica per i fattori d'incertezza che ne caratterizzano l'evoluzione, la suddetta assunzione appare ragionevole, data la disponibilità sugli impianti di numerosi sistemi mitigativi, la disponibilità di procedure che coprono spettri di situazioni estremamente ampi nonché la preparazione richiesta al personale.

3.4. Termine di sorgente e scenari incidentali

Più in particolare, il nuovo termine di sorgente, espresso in termini di frazioni d'inventario rilasciate all'ambiente, viene costruito sulla base degli elementi contenuti nella seguente tabella, nella quale sono considerati i seguenti scenari:

a. Evento di totale fusione del nocciolo, perforazione del vessel e sistema di contenimento parzialmente degradato (si assume un tasso di perdita dal contenimento pari a tre volte quello di progetto); questo evento viene considerato l'inviluppo degli scenari di incidente severo, che possono originarsi all'interno dell'impianto, con parziale degradazione della funzione di contenimento ed abbattimento dei prodotti di fissione;

b. Evento di perdita del sistema di contenimento e di danno al nocciolo del reattore fino al rilascio di tutto il contenuto dei prodotti di fissione che si raccolgono nell'intercapedine delle guaine degli elementi di combustibile ("gap"); questo evento presuppone che in presenza di un cedimento del contenimento e di danni ulteriori a carico degli altri sistemi d'impianto, il personale riesca ad intraprendere, con successo, azioni intese ad arrestare il processo di fusione del nocciolo nella fase di surriscaldamento generalizzato;

c. Evento di perdita del sistema di contenimento, totale fusione del nocciolo, perforazione del vessel, parziale abbattimento dei rilasci[4]; questo evento è rappresentativo di quella classe di eventi in cui si assume che il contenimento sia distrutto, il processo di fusione del reattore abbia luogo in modo inarrestabile, ma il personale di impianto riesca a mettere in atto azioni di abbattimento dei rilasci (es.:

[4] Si adotta un fattore moltiplicativo 1 per ottenere il rilascio dei gas nobili, che pertanto si assume vengano totalmente trasferiti all'atmosfera, un fattore 0,1 per tener conto dell'abbattimento degli altri isotopi prima del rilascio all'atmosfera.

allagamento della cavità e/o continuo spruzzamento di acqua nel contenitore danneggiato).

Va evidenziato che, con l'adozione di un termine di sorgente di tale entità, le basi tecniche della pianificazione nazionale verrebbero ad assumere a riferimento un evento classificato nella classe 7 della scala INES dell' AIEA.

Data la tipologia degli impianti presenti in prossimità del confine nazionale, ed in analogia a quanto assunto nei Presupposti Tecnici del Piano Nazionale del 1995, si è considerato un impianto di tipo ad acqua in pressione.

Tabella 8 - Frazioni di rilascio all'ambiente per diverse tipologie di evento

Isotopi	Evento di totale fusione del nocciolo, perforazione del vessel e contenimento parzialmente degradato (1)	Evento di distruzione del contenimento e danno al nocciolo fino a rilascio di tutto il contenuto nel "gap" (2)	Evento di distruzione del contenimento, totale fusione del nocciolo, perforazione del vessel, parziale abbattimento dei rilasci (3).	Presupposti Tecnici del Piano Nazionale 1996	Inviluppo (4)
Gas nobili	0,004	0.05	1	0,1	**1**
Alogeni	0,003	0.05	0,075	0,00068	**0,075**
Metalli Alcalini	0,003	0.05	0,075	0,00068	**0,075**
Gruppo del Tellurio	0,0012	0	0,0305	0,0012	**0,0305**
Bario e Stronzio	0,00048	0	0,012	0,00038	**0,012**
Metalli Nobili	0,00002	0	0,0005	7.0E-05	**0,0005**
Gruppo del Cerio	0,00002	0	0,00055	5.4E-06	**0,00055**
Lantanidi	0,00002	0	0,00052	5.4E-06	**0,00052**

Le frazioni di rilascio sono state ottenute come segue:

(1) Si ipotizza un incidente severo con fusione totale del nocciolo, sfondamento del vessel, termine di sorgente nel contenimento tratto dal NUREG 1465, tasso di fuga anomalo dal contenimento (1,6% del volume al giorno – più di tre volte superiore quello di progetto) per circa 6 ore

(2) US NRC Regulatory Guide 1.183 frazioni di rilascio relative alla fase di "gap release", direttamente all'ambiente.

3 Si ipotizza lo stesso rilascio al contenimento di cui alla nota 1, con la completa indisponibilità del contenitore primario, ma con l'intervento di meccanismi di abbattimento dei rilasci che consentano di accreditare fattori di riduzione pari a 0,1. Detti fattori sono tra i più cautelativi se si fa riferimento a interventi di spruzzamento o di allagamento [rif. L].

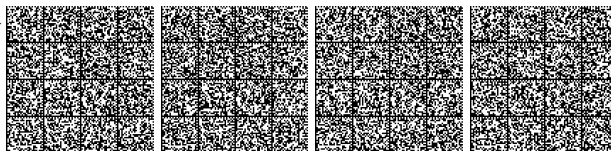
(3) Inviluppa, tra l'altro, l'ipotesi di cui al punto 2, con un tasso di fuga dal contenimento del 40 % del volume al giorno, assunto per 6 ore (foro di circa 20 cm di diametro).

Le suddette frazioni, applicate ad un impianto tipo PWR della potenza di 1000 Mwe portano a rilasci all'ambiente, espressi in TBq, i cui ordini di grandezza sono riportati nella seguente tabella, per alcuni radionuclidi

Tabella 9 – Applicazione delle frazioni di rilascio inviluppo ad un impianto PWR di 1000 MWe

Isotopi	**Rilasci (TBq)**
Kr 85 m	10^6
Kr 85	10^4
Sr 89	$5x10^4$
Sr-90	10^3
Te 132	10^5
I 131	10^5
Xe 133	5×10^6
Xe 135	10^6
Xe 138	5×10^6
Cs 134 - 137	5×10^4
Ce 144	10^3

In analogia con le ipotesi dei presupposti tecnici assunti a base del piano in vigore, si considera un rilascio al suolo della durata di qualche ora.

3.5. Stima delle conseguenze radiologiche

Assumendo il termine di sorgente sopra definito sono state effettuate alcune simulazioni sulla dispersione in atmosfera, a grandi distanze, dei radionuclidi rilasciati, prendendo a riferimento due impianti particolarmente prossimi ai confini nazionali: Krško (Slovenia) e di St Alban (Francia). La scelta di queste due centrali ai fini delle stime condotte in questo studio deriva esclusivamente dalla loro posizione in termini di maggior vicinanza al territorio italiano, di caratteristiche orografiche del territorio interposto, di direzione dei venti dominanti etc. rispetto ad altre installazioni e non implica alcuna valutazione di merito sul loro livello di sicurezza.

Per le simulazioni è stato utilizzato il codice Apollo del sistema ARIES (Accidental Release Impact Evaluation System), che rappresenta il sistema di calcolo adottato a livello nazionale per la valutazione della dispersione atmosferica a lunga distanza di inquinanti stabili o con decadimento rilasciati da sorgenti puntiformi. Il sistema è operativo presso il Centro di Emergenza dell'APAT. ARIES è stato utilizzato ipotizzando condizioni meteorologiche particolarmente sfavorevoli, individuate sulla base di effettive situazioni atmosferiche verificatesi nell'arco di qualche anno.

In particolare, i parametri di rilascio utilizzati nelle simulazioni sono stati così caratterizzati:

Forma fisica: si distinguono diverse classi di radionuclidi, in funzione del relativo comportamento:

- Gas nobili
- Alogeni
- Metalli Alcalini
- Gruppo del Tellurio
- Bario e Stronzio
- Metalli Nobili
- Gruppo del Cerio
- Lantanidi

Forma chimica: le forme chimiche considerate negli studi sono molto varie e ripercorrono gli scenari più probabili.

Entità del rilascio: il rilascio all'ambiente è rappresentato dalla frazione di inventario dei radionuclidi contenuti nel nocciolo allo spegnimento del reattore. Sono stati assunti i seguenti valori.

Tabella 10 – Frazioni di rilascio per i gruppi di radionuclidi, utilizzate nelle valutazioni

Isotopi	Frazioni di rilascio
Gas nobili	1
Alogeni	0,075
Metalli Alcalini	0,075
Gruppo del Tellurio	0,0305
Bario e Stronzio	0,012
Metalli Nobili	0,0005
Gruppo del Cerio	0,00055
Lantanidi	0,00052

Dette simulazioni sono state effettuate ipotizzando il rilascio dei seguenti radionuclidi, individuati come più rilevanti ai fini della valutazione delle dosi sulla base degli inventari pesati con i fattori di dose relativi ai gruppi più esposti della popolazione:

- Iodio 131 ($\approx 10^{17}$ Bq)

- Stronzio 90 (≈ 10^{15} Bq),
- Cesio 134 (≈ 10^{16} Bq),
- Tellurio 132 (≈ 10^{17} Bq), Cerio 144 (≈ 10^{15} Bq).

Altezza del rilascio: rilascio al suolo

L'energia associata al rilascio si considera relativamente modesta e tale da non influenzare le concentrazioni al suolo dei vari radionuclidi rispetto al rilascio a quota campagna.

Tempo di rilascio: due ore.

Al fine di dare un'immagine visiva degli andamenti risultanti dalle simulazioni effettuate con il codice ARIES, nelle Figg.1 e 2 vengono mostrate, a scopo esemplificativo, le distribuzioni territoriali delle dosi da inalazione per il gruppo di popolazione dei bambini, riferite per i due casi allo Iodio 131.

I risultati ottenuti sono riportati in maggior dettaglio nelle Tabelle 11 e 12 che seguono.

In particolare:

- i valori di dose sono riferiti all'esposizione da inalazione nelle 48 h successive all'evento, in quanto i calcoli effettuati hanno mostrato che il contributo alla dose di tale via di esposizione risulta preponderante. Il contributo delle vie di esposizione da irraggiamento nube e da irraggiamento dal suolo è evidenziato, per i due casi assunti a riferimento, nelle tabelle 13 e 14.
- calcoli effettuati per tempi più lunghi (5 giorni, 7 giorni) non hanno mostrato incrementi significativi rispetto alle dosi valutate per 48 h.
- i radionuclidi che contribuiscono maggiormente alla dose sono lo I 131 e, per un fattore 10 più basso, il Tellurio 132, mentre i contributi degli altri radionuclidi risultano trascurabili.
- i valori di deposizione al suolo, fino a 10^6 Bq/mq, sono tali da non far prevedere nelle prime 48 h contributi significativi alla dose dall' irraggiamento diretto dal suolo. Le dosi da irraggiamento dal suolo sono, naturalmente, destinate a crescere successivamente alle 48 h, ma non risultano essere tali da poter variare l'ordine di grandezza delle dosi efficaci; ciò pur assumendo che la deposizione rimanga invariata e che i tempi di esposizione siano dell'ordine del mese. La deposizione al suolo è certamente degna di attenzione ai fini dei controlli radiometrici di medio - lungo termine da effettuarsi sulle matrici alimentari ed ambientali.
- L'andamento temporale della dispersione atmosferica e delle conseguenze radiologiche associate dipende dalle reali condizioni atmosferiche e dalle modalità di rilascio. A titolo indicativo si riportano nelle figure 3 e 4, gli andamenti stimati, per lo Iodio 131, per i casi assunti a riferimento per il presente studio.

Esempi di risultati ottenuti dalle simulazioni con il codice ARIES effettuate applicando il termine di sorgente inviluppo all'impianto di Krško (Slovenia).

Fig.1a Andamento delle dosi efficaci da inalazione di Iodio 131, per il gruppo di popolazione dei bambini, a 48 ore dall'inizio del rilascio

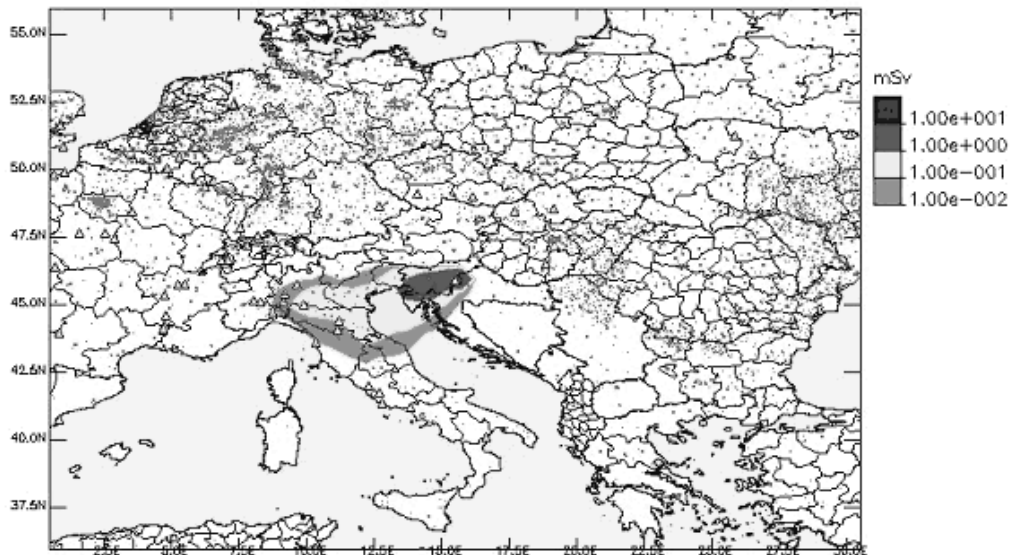



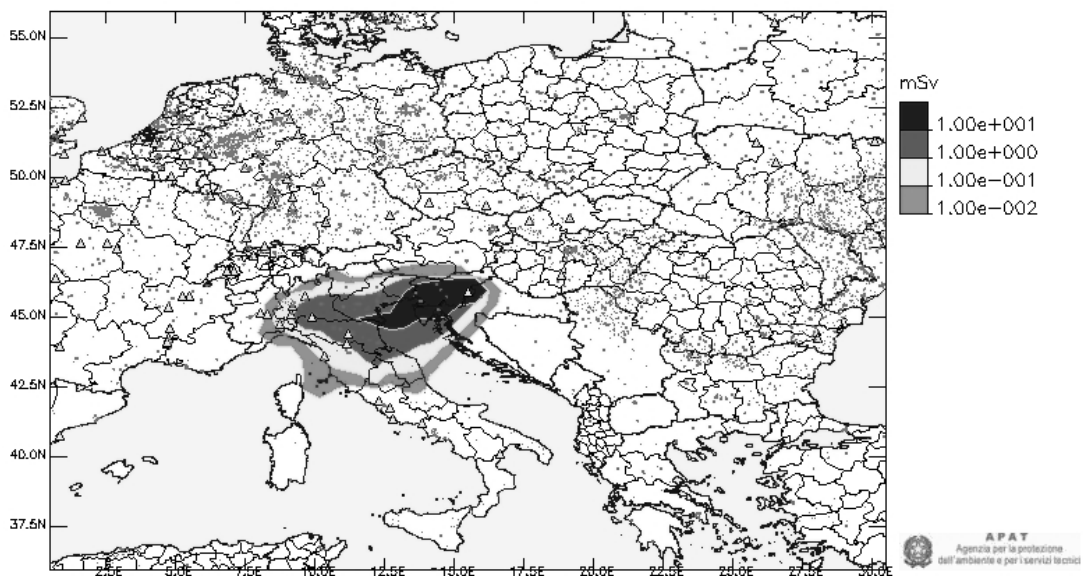
Fig.1b Andamento delle dosi equivalenti alla tiroide da inalazione di Iodio 131, per il gruppo di popolazione dei bambini, a 48 ore dall'inizio del rilascio

Esempi di risultati ottenuti dalle simulazioni effettuate con il codice ARIES applicando il termine di sorgente inviluppo all'impianto di S. Alban (Francia).

Fig. 2a Andamento delle dosi efficaci da inalazione di Iodio 131, per il gruppo di popolazione dei bambini, a 48 ore dall'inizio del rilascio.

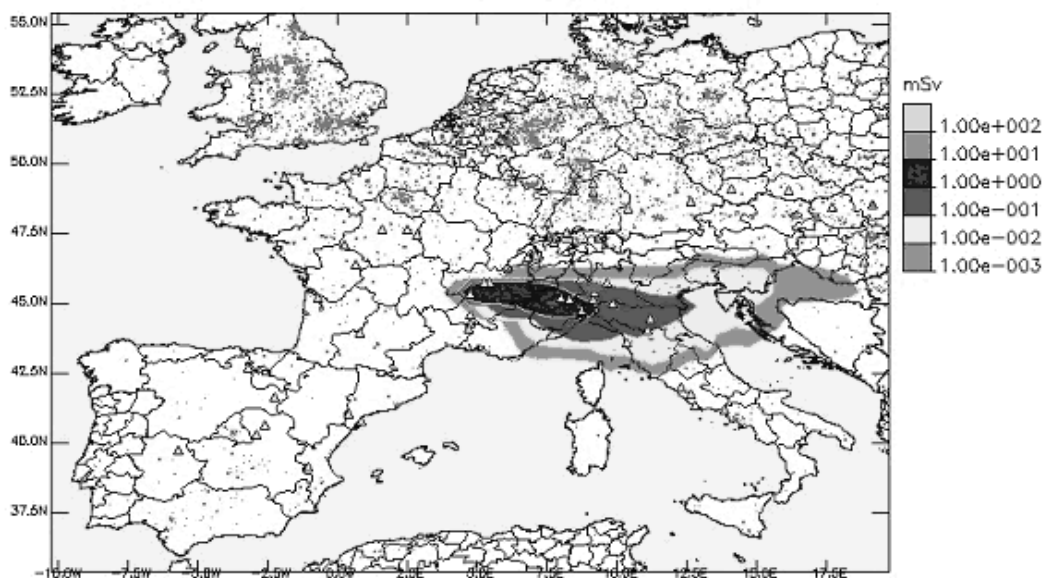



Fig. 2b Andamento delle dosi equivalenti alla tiroide da inalazione di Iodio 131, per il gruppo di popolazione dei bambini, a 48 ore dall'inizio del rilascio

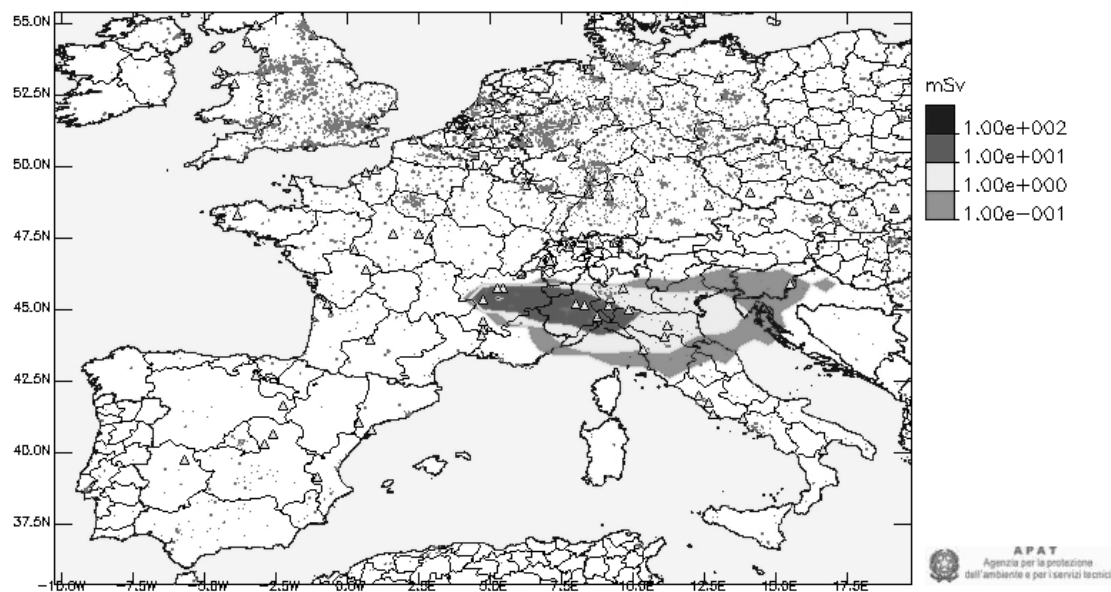



Fig. 3a

Andamento della concentrazione integrata in aria di Iodio 131 in funzione del tempo.

Analisi effettuate con il termine di sorgente inviluppo applicato alla Centrale di S. Alban - Valori massimi stimati per il territorio italiano.

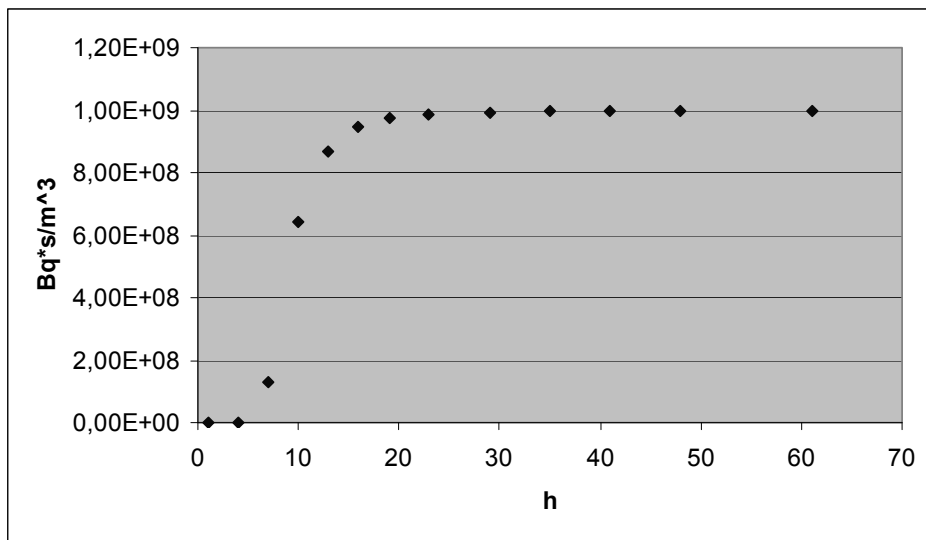



Figura 3b

Andamento della concentrazione integrata in aria di Iodio 131 in funzione del tempo.

Analisi effettuate con il termine di sorgente inviluppo applicato alla Centrale di Krško - Valori massimi stimati per il territorio italiano.

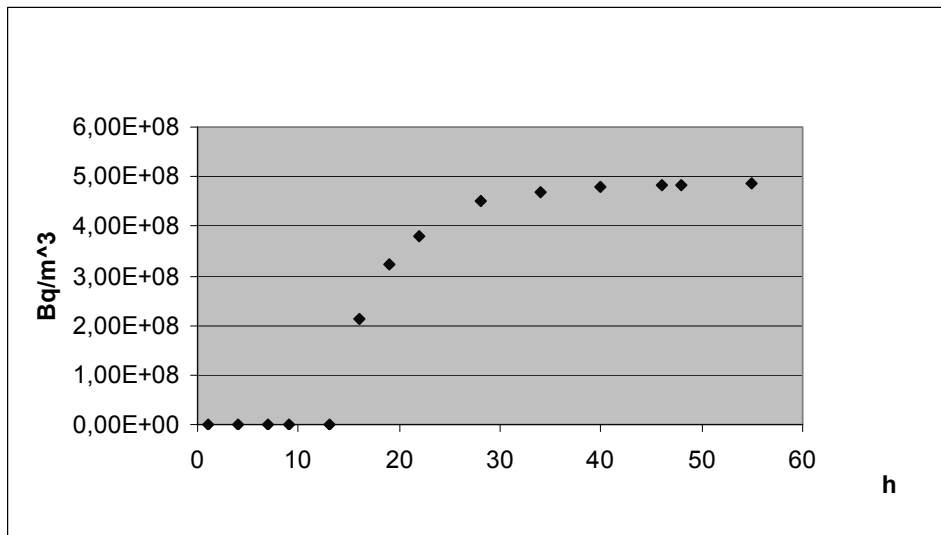



Figura 4a

Andamento temporale della dose equivalente alla tiroide, da inalazione di Iodio 131, per il gruppo di popolazione dei bambini.

Analisi effettuate con il termine di sorgente inviluppo applicato alla Centrale di S. Alban - Valori massimi stimati per il territorio italiano

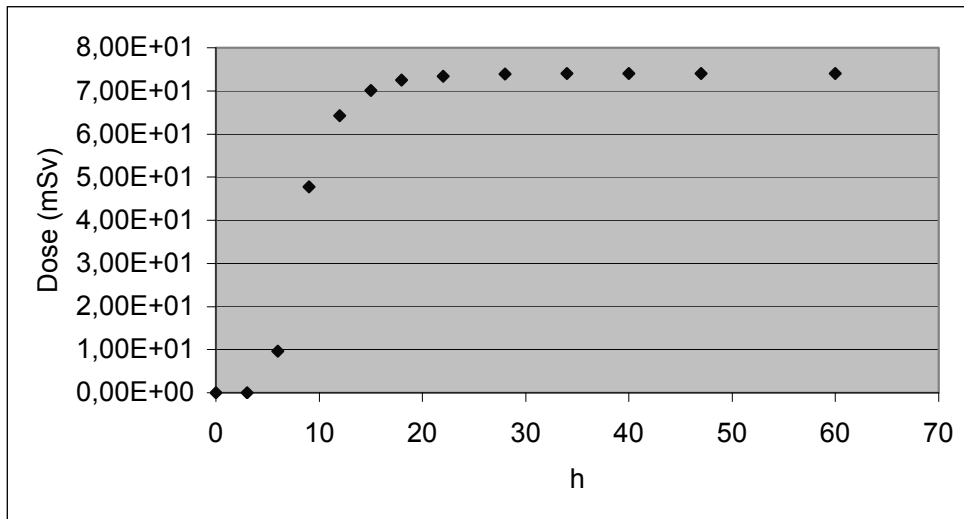
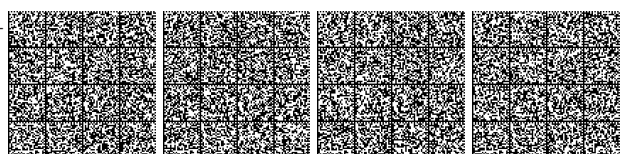
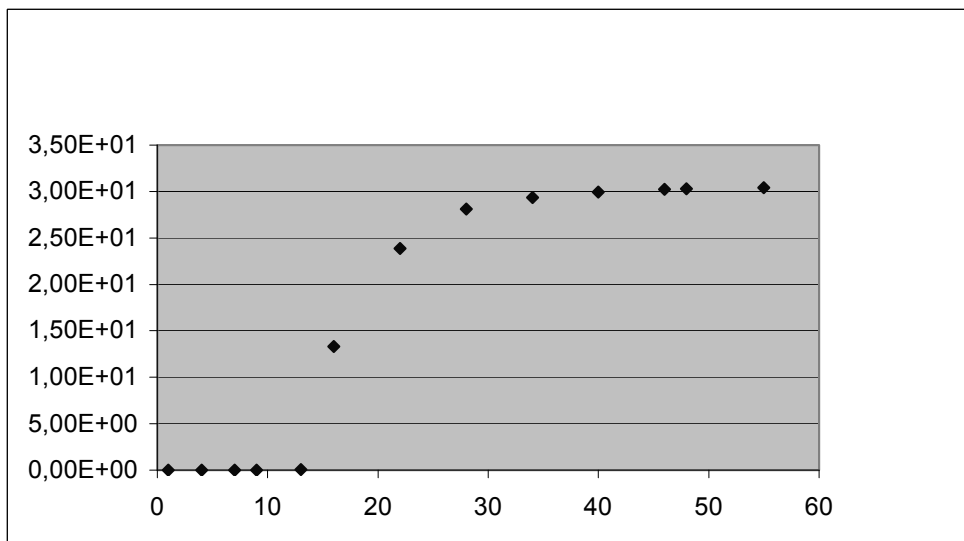



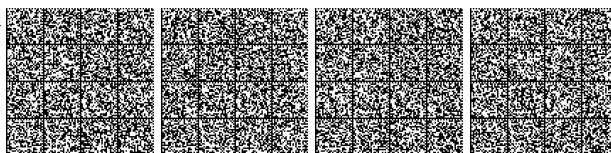
Figura 4b

Andamento temporale della dose equivalente alla tiroide, da inalazione di Iodio 131, per il gruppo di popolazione dei bambini.

Analisi effettuate con il termine di sorgente inviluppo applicato alla Centrale di Krško - Valori massimi stimati per il territorio italiano

Tab. 11

Termine di sorgente inviluppo applicato alla centrale di Krško

Stima dei valori massimi sul territorio italiano delle dosi da inalazione (mSv), a 48 ore dall'evento, associate ai radionuclidi più rilevanti

RADIO NUCLIDI	Dose eff. Inalaz. Adulti	Dose eq. Tiroide Inalazione Adulti	Dose eff. Inalaz. Bambini	Dose eq. Tiroide Inalazione Bambini	Dose eff. Inalaz. Lattanti	Dose eq. Tiroide Inalaz. Lattanti	Dose eq. organo critico Adulti	Dose eq. organo critico Bambini	Dose eq organo critico Lattanti	Deposizione al suolo -valori massimi Bq /mq
I 131	0.8	16	1.5	27	1	20	vedi tiroide	vedi tiroide	vedi tiroide	$10^5 – 10^6$
Sr 90	0,05	0,001	0,05	0,001	0,02	0,001	0,5	0,5	0,2	$10^3 – 10^4$
Cs 134	0,1	0,1	0,1	0,1	0,03	0,02	0,2	0,2	0,2	$10^4 – 10^5$
Cs 137	0,04	0,5	0,02	0,02	0,01	0,1	0,05	0,05	0,03	$10^4 – 10^5$
Te 132	0,2	3	0,3	4	0,3	5	vedi tiroide	vedi tiroide	vedi tiroide	$10^5 – 10^6$
Ce 144	0,1	0,0002	0,1	0,0002	0,03	0,0002	0,4	0,4	0,3	$10^3 – 10^4$

Tab.12

Termine di sorgente inviluppo applicato alla centrale di St. Alban

Stima dei valori massimi sul territorio italiano delle dosi da inalazione (mSv), a 48 ore dall'evento, associate ai radionuclidi più rilevanti

RADIO NUCLIDI	Dose eff. Inalaz. adulti	Dose eq. Tiroide Inalazione Adulti	Dose eff. Inalaz. bambini	Dose eq. Tiroide Inalazione Bambini	Dose eff. Inalaz. lattanti	Dose eq. Tiroide Inalaz. lattanti	Dose eq organo critico Adulti	Dose eq organo critico Bambini	Dose eq organo critico lattanti	Dep. ne al suolo valori massimi Bq /mq
I 131	2	40	3.5	70	2.5	50	vedi tiroide	vedi tiroide	vedi tiroide	$10^5 – 10^6$
Sr 90	0,1	0,002	0,1	0,002	0,05	0,002	1	1	0,5	$10^3 – 10^4$
Cs 134	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	3	0,5	0,1	$10^5 – 10^6$
Cs 137	0,08	0,08	0,04	0,04	0,02	0,02	0,2	0,2	0,1	$10^4 – 10^5$
Te 132	0,5	6	0,7	10	0,7	11	vedi tiroide	vedi tiroide	vedi tiroide	$10^5 – 10^6$
Ce 144	0,2	0,0004	0,2	0,0004	0,06	0.0003	1	1	0,5	$10^3 – 10^4$

Dalle tabelle 11 e 12 emerge che le dosi derivanti dallo Iodio sono significativamente superiori a quelle degli altri radionuclidi. I valori di deposizione al suolo, se confrontati con le contaminazioni superficiali che possono dar luogo a dosi significative (ved ad es. Manuale Operativo CEVaD), evidenziano come non ci si debbano aspettare contributi dominanti alla dose da questa fonte di esposizione.

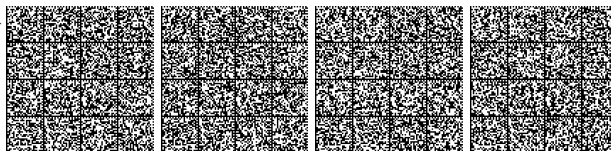
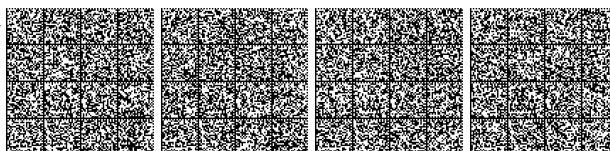



Tabella 13 - Analisi effettuate con il termine di sorgente inviluppo applicato alla Centrale di St. Alban – Contributi alla dose efficace dalle diverse vie di esposizione

Via di esposizione	Dose totale (bambini) mSv	Contributo % alla dose	Isotopo dominante
Irraggiamento nube	0,26	4,7	Te-132
Inalazione	4,74	84,9	I-131
Irraggiamento. suolo (dopo un giorno dalla saturazione)	0,58	10,4	Te-132
Totale	**5,58**		

Tabella 14 - Analisi effettuate con il termine di sorgente inviluppo applicato alla Centrale di Krško – Contributi alla dose efficace dalle diverse vie di esposizione

Via di esposizione	Dose totale (bambini) mSv	Contributo % alla dose	sotopo dominante
Irraggiamento nube	0,11	4,5	Te-132
Irraggiamento suolo (dopo un giorno dalla saturazione)	0,24	9,9	Te-132
Inalazione	2,07	85,5	I-131
Totale	**2,42**		

In sintesi, tenendo anche presenti i margini di variabilità che caratterizzano le stime delle conseguenze radiologiche a lunga distanza, per i due casi ipotizzati, applicando cioè il termine di sorgente inviluppo alle centrali di St. Alban e di Krško, si evidenziano i seguenti risultati:

– i valori massimi delle dosi risultano dello stesso ordine di grandezza. Nel caso di St. Alban esse investono aree più ampie;
– su aree delle regioni del Nord e del Centro-nord d'Italia più prossime all'impianto interessato dall'ipotetico evento incidentale, le dosi efficaci da inalazione risultano pari ad alcune unità di mSv e la dose equivalente alla tiroide ad alcune decine di mSv;
– la deposizione al suolo di radionuclidi, che in taluni casi raggiunge valori di 10^6 Bq/m^2, è tale da richiedere il controllo radiometrico delle matrici ambientali ed alimentari su estese superfici del territorio nazionale, finalizzato a fornire le necessarie basi tecniche per eventuali decisioni in merito all'adozione di misure restrittive sugli alimenti.

I risultati delle stime di dose effettuate fanno ritenere che l'eventuale adozione di misure protettive di riparo al chiuso e di somministrazione di iodio stabile permetterebbe di evitare qualche unità di dose efficace ed alcune decine di mSv di dose equivalente alla tiroide. Tali valori di dose evitabile si collocano nell'intorno dei valori inferiori dei livelli d'intervento, per i quali l'Allegato XII al D.L.vo. n. 230/1995 e successive modifiche indica di prendere in considerazione l'eventuale adozione delle succitate contromisure di riparo al chiuso e iodioprofilassi.

RIFERIMENTI

[A]- HSK- AN- 4626 *"Position of the Swiss Federal Nuclear Safety Inspectorate regarding the Safety od the Swiss Nuclear Power Plants in the Event of an Intentional Aircraft Crash"* Wurenlingen, March 2003

[B] - HSK *" Concept for the Emergency Protection in the Vicinity of Nuclear Power Plants*" March 1998

[C] - Oxford Research Group *"The implications of September 11th for the Nuclear Industry"* February 2003

[D] US NRC fact sheet "*Safety and Security Improvements at Nuclear Plants"* ….

[E] – OECD NEA Radiation Protection ISBN 92-64-02140-X "*Short-term Countermeasures in Case of a Nuclear or Radiological Emergency"*

[F] - Tomaž Nemec, Andreja Peršič, Tomaž Žagar, Bojan Žefran "Determination of Source Term for Krško NPP Extended Fuel Cycle" *International Conference* Nuclear Energy for New Europe 2004 *Portorož - Slovenia - September 6-9*

[G] - OECD NEA/CSNI *"Current Nazional Source Term Positions and Practices in OECD Member Countries"* (1990)

[H] Comunicazione ad APAT della Direzione Generale della Sicurezza Nucleare e della Radioprotezione Francese (DGSNR) del 11 Maggio 2005.

[I] – Comunicazioni ad APAT del Ministero per la pianificazione Ambientale e Spaziale della Repubblica Slovena del 16 e del 17 marzo 2005

[J] - REPUBLIC OF SLOVENIA - *National Report on Fulfilment of the Obligations of the Convention on Nuclear Safety* - The first Slovenian report in accordance with article 5 - Ljubljana, August 1998

[K] – US NRC - NUREG 0654 FEMA REP 1 - *Criteria for preparation and evaluation of radiological emergency response plans and preparedness in support of NPPs - 1980*

[L] - IAEA TECDOC 955 - *Generic assessment procedures for determining actions during reactor accidents.*

[M] – APAT – Roberto Mezzanotte - *Valutazioni e considerazioni per la definizione di nuovi presupposti tecnici del piano nazionale di emergenza relativo ad incidenti nucleari transfrontalieri.*

[N] – Alonzi, Mancioppi, Rogani – *La modellistica come strumento per la pianificazione* – 2002

[O] – Comunicazione ad APAT dall'Autorità di controllo Svizzera (HSK) del 28 febbraio 2005 con oggetto *"Off-site emergency planning*"

[P] – Comunicazione ad APAT del Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, Germania, del 5 Luglio 2005 con oggetto *"Off-site emergency planning"*

[Q] – IAEA – Safety Requirements N° GS-R-2 "Preparedness and response for a Nuclear and Radiological Emergency.

[R] - US NRC NUREG 0654 – FEMA REP 1 – Rev. 1 Supp 3 " Criteria for preparation and evaluation of radiological emergency response plans and preparedness in support of nuclear power Plants*Criteria for protective actions recommendations for Severe accidents – Draft revised report for interim use and comment - 1996*

[S] - US NRC SECY – 97 – 020 *“Results of evaluation of emergency planning for evolutionary and advanced reactors”* - 1997

[T] - US NRC NUREG/CR-6703 PNNL 13257 *“Environmental Effects of Extending Fuel Burnup Above 60 GWd/MTU”* - 2001

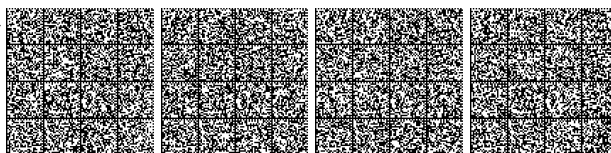
[U] – IAEA Reference Data Series n. 2 *“Nuclear Power Reactors in the World”* – April 2005.

[V] - US NRC Bulletin 2005-02: *Emergency preparedness and response actions for security based events*

[Z] - *Taking into Account Severe Accidents in the Design and Control of French PWR’s* (articolo) by J. Brisbois and A. L’Homme (CEA-IPSN FONTENAY-AUX-ROSES) N. Schektman (EDF/SPT)

[AA]- Manuale operativo del CEVaD – Giugno 2005

[AB] - WHO/SDE/PHE/99.6 - *Guidelines for Iodine Prophylaxis following Nuclear Accidents* - Update 1999 World Health Organization Geneva 1999

[AC] – Comunicazione ad APAT del Ministero Federale dell’Agricoltura, Foreste, Ambient e gestione delle acque austriaco – BML FUW-UW.1.1.9/0020-V/7/2006 del 29/6/2006

ALLEGATO I

TERMINE DI SORGENTE NEL CONTENIMENTO PRIMARIO

RISULTATI DEGLI STUDI CONDOTTI NEGLI STATI UNITI

Negli Stati Uniti sono stati pubblicati documenti che sintetizzano i risultati di molti studi (i più rilevanti sono elencati al termine di questo allegato). Le conclusioni riportate in tali documenti riguardano esclusivamente i rilasci **all'interno del contenimento**, dal momento che il passo successivo è giudicato troppo condizionato dalle specificità di impianto.

Il termine di sorgente, ossia quantità, composizione e tempi di rilascio dei prodotti di fissione all'ambiente dipende innanzitutto dalla composizione e dall'entità dei prodotti di fissione presenti nel contenimento durante un incidente. Esso dipende quindi dal cosiddetto dall'*"in-containment source term"*.

Per determinare tale "*source term"* si deve conoscere l'entità del rilascio dal circuito primario del reattore al contenimento e gli effetti dei meccanismi di abbattimento di radioattività ipotizzabili nel contenimento stesso.

Dall'esame sistematico delle possibili sequenze incidentali è emerso che sono più frequenti quelle con il circuito primario a bassa pressione; è emerso inoltre che una sequenza a bassa pressione determina, durante la prima fase dell'incidente, un rilascio maggiore al contenimento.

Sulla base di queste considerazioni l'incidente preso a riferimento per il calcolo del termine di sorgente è un incidente in cui la fusione del nocciolo interviene in condizioni di bassa pressione così da avere la stima più cautelativa relativamente ai rilasci nel contenimento.

I valori dell'*"in-containment source term"* sono da considerarsi conservativi per quanto riguarda il tempo iniziale del rilascio al contenimento mentre, per il resto, essi sono valori tipici rappresentativi di sequenze con bassa pressione nel circuito primario nel momento in cui interviene la degradazione del nocciolo e la rottura del vessel.

I rilasci dei prodotti di fissione dal nocciolo al contenimento sono legati alle diverse fasi fenomenologiche che si succedono durante l'incidente, caratterizzate dal grado di fusione del combustibile, dalla sua localizzazione, dall'integrità del recipiente in pressione, dalle interazioni tra materiale fuso e calcestruzzo.

Sono state così individuate 5 diverse fasi di rilascio. I fenomeni che le caratterizzano, i tempi di intervento, la durata e i rilasci possono essere così riassunti:

<u>Coolant activity phase</u>: inizia con la rottura della tubazione primaria e termina con la rottura della prima barretta. L'attività rilasciata nel contenimento è quella associata alla ridotta contaminazione del refrigerante primario.

Per un PWR in caso di "large LOCA" (rottura a ghigliottina double-ended) la durata di tale fase è 10-30 sec. mentre per un LOCA di 6 pollici è di almeno 10 minuti.

Per un BWR questa fase è tipicamente più lunga. I tempi dei PWR possono pertanto essere cautelativamente utilizzati anche per i BWR.

Gap activity release: inizia con la rottura della prima barretta e finisce quando la temperatura della massa di combustibile fuso è tale per cui i prodotti di fissione più volatili cominciano ad essere rilasciati dal combustibile stesso.

In questa fase si assiste al rilascio nel contenimento di una piccola percentuale dell'inventario totale dei radionuclidi più volatili, in particolare gas nobili, iodio e cesio.

La durata di questa fase è di 30 minuti sia per i BWR che per i PWR.

Early in-vessel release: inizia quando la temperatura nel nocciolo raggiunge valori tali da determinare cambiamenti di geometria e fusione del combustibile e di altri materiali del nocciolo che vanno così a depositarsi nella parte bassa del vessel; essa termina con la rottura del fondo del vessel che determina la caduta di frammenti fusi nella cavità sottostante.

Durante questa fase una quantità significativa di nuclidi volatili e una piccola parte di nuclidi meno volatili sono rilasciati nel contenimento, la quantità rilasciata dipende dalla ritenzione dei radionuclidi nel refrigerante primario che, a sua volta, è funzione del tempo di residenza dei nuclidi nel refrigerante stesso. Una sequenza incidentale a bassa pressione causa una produzione di aerosol che abbandonando il circuito primario raggiunge il contenimento.

Una durata rappresentativa per questa fase è di 1.3 ore per un PWR e di 1.5 ore per un BWR.

Ex-vessel release: inizia quando frammenti di nocciolo fuso fuoriescono dal vessel e termina quando i frammenti sono stati raffreddati al punto tale da non rilasciare quantità significative di prodotti di fissione.

Il 90% dei prodotti di fissione (ad eccezione del tellurio e del rutenio) sono rilasciati in 2 ore nei PWR e in 3 ore nei BWR. Il tellurio e il rutenio sono rilasciati in 5 ore nei PWR e in 6 ore nei BWR. I tempi maggiori per i BWR sono dovuti alla maggior quantità di zirconio presente.

Late in-vessel release: inizia dalla rottura del vessel e procede simultaneamente con la fase di Ex-vessel release.

Durante questa fase alcuni nuclidi volatili che precedentemente si erano depositati nel refrigerante primario, possono ridivenire volatili e raggiungere il contenimento.

Una durata rappresentativa di questa fase è di 10 ore.

Le tabelle riportano sia la durata delle 4 fasi di rilascio nel contenimento (durante la fase di rilascio della "coolant activity" la radioattività rilasciata nel contenimento è quella associata con la ridotta contaminazione del refrigerante primario) che la frazione di inventario dei diversi prodotti di fissione rilasciata nel contenimento.

Rilasci nel contenimento per un impianto di tipo BWR*

	Gap Release**	**Early In-Vessel**	**Ex-Vessel**	**Late In-Vessel**
Duration (Hours)	0.5	1.5	3.0	10.0
Noble Gases	0.05	0.95	0	0
Halogens	0.05	0.25	0.30	0.01
Alkali Metals	0.05	0.20	0.35	0.01
Tellurium group	0	0.05	0.25	0.005
Barium, Strontium	0	0.02	0.1	0
Noble Metals	0	0.0025	0.0025	0
Cerium group	0	0.0005	0.005	0
Lanthanides	0	0.0002	0.005	0

*Frazioni dell'inventario di nocciolo

** Il rilascio dal gap è pari al 3% se viene mantenuta la refrigerazione nel lungo termine

Rilasci nel contenimento per un impianto di tipo PWR*

	Gap Release**	**Early In-Vessel**	**Ex-Vessel**	**Late In-Vessel**
Duration (Hours)	0.5	1.3	2.0	10.0
Noble Gases	0.05	0.95	0	0
Halogens (I, Br)	0.05	0.35	0.25	0.1
Alkali Metals (Cs, Rb)	0.05	0.25	0.35	0.1
Tellurium group (Te, Sb,Se)	0	0.05	0.25	0.005
Barium, Strontium	0	0.02	0.1	0
Noble Metals (Ru, Tc, Co)	0	0.0025	0.0025	0
Cerium group (Ce, Pu, Np)	0	0.0005	0.005	0
Lanthanides (La, Zr, Am)	0	0.0002	0.005	0

*Frazioni dell'inventario di nocciolo

** Il rilascio dal gap è pari al 3% se viene mantenuta la refrigerazione nel lungo termine

La concentrazione dei prodotti di fissione nell'atmosfera del contenimento dipende sia dall'entità dei rilasci dal nocciolo al contenimento che dagli effetti dei meccanismi di rimozione e abbattimento di radioattività presenti nel contenimento stesso.

I meccanismi di rimozione o abbattimento dall'atmosfera del contenimento dei prodotti di fissione possono essere di tipo ingegneristico come gli spray, le piscine di soppressione nei BWR, i sistemi di filtraggio, l'allagamento della cavità del reattore oppure possono essere processi naturali come la deposizione degli aerosol.

Gli effetti di tali meccanismi dipendono molto dalle caratteristiche impiantistiche quindi risulta molto difficile fornire valori tipici e applicabili in tutte le situazioni.

Principali riferimenti

1. US NRC Regulatory Guide 1.183 "Alternative radiological Source Terms for evaluating design basis accidents at nuclear power reactors" – July 2000
2. *Accident Source Term for Light-Water Nuclear Power Plants* , L. Soffer, S.B. Burson, C. M. Ferrell, R. Y. Lee, J. N. Ridgely NUREG-1465, Feb. 1995
3. *Severe Accident Risks: An Assessment for Five U.S. Nuclear Power Plant* NUREG-1150, december 1990
4. *Estimate of Radionuclide Release Characteristics Into Containment Under Severe Accident Conditions* H. P. Nourbakhsh - NUREG/CR-5747 BNL-NUREG-52289, January 1992

ALLEGATO II

LIVELLI DI INTERVENTO DELL'ALLEGATO XII AL DECRETO LEGISLATIVO n° 230/1995 e successive modifiche

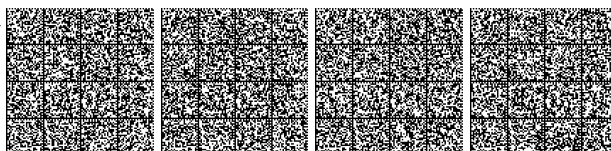
Tabella A Livelli di intervento di emergenza per l'adozione di misure protettive, espressi in millisievert

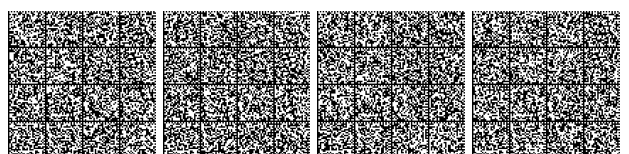
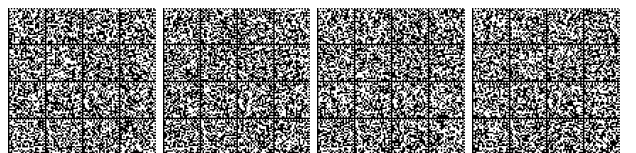
TIPO DI INTERVENTO	
Riparo al chiuso	Da alcune unità ad alcune decine di dose efficace
Somministrazione di iodio stabile – tiroide	Da alcune decine ad alcune centinaia di dose equivalente
Evacuazione	Da alcune decine ad alcune centinaia di dose efficace

Tabella B - Valori di soglia di dose proiettata in un intervallo di tempo inferiore a due giorni, espressi in gray.

ORGANO O TESSUTO	DOSE PROIETTATA (Gy)
Corpo intero (midollo osseo)	1
Polmoni	6
Pelle	3
Tiroide	5
Cristallino	2
Gonadi	3
Feto	0,1

Dei due riferimenti di dose indicati in Tabella A per ciascuna azione protettiva considerata, il valore inferiore rappresenta il livello di dose evitabile al di sotto del quale non si ritiene giustificata l'adozione della contromisura, mentre quello superiore rappresenta il livello al di sopra del quale l'introduzione della contromisura dovrebbe essere garantita.

I valori di soglia della Tabella B sono quelli per i quali è da considerare sempre giustificata l'adozione di provvedimenti d'intervento.

ALLEGATO 3

LIVELLI DOSIMETRICI DI INTERVENTO

A3 LIVELLI DOSIMETRICI DI INTERVENTO

A3.1 LEGISLAZIONE ITALIANA

Il decreto legislativo 17 marzo 1995, n. 230 (D.Lgs.230/95), come modificato dal decreto legislativo 26 maggio 2000, n. 241 (D.Lgs 241/00), è la normativa di riferimento in materia di radiazioni ionizzanti.

In particolare, il Capo X – Interventi - disciplina le situazioni determinate da eventi incidentali che diano luogo o possano dar luogo ad una immissione di radioattività nell'ambiente, tale da comportare nell’arco di un anno per i gruppi di riferimento della popolazione interessati dall’emergenza valori di dose efficace o di dose equivalente superiori ai limiti di dose per gli individui della popolazione e che avvengano:

- in impianti nucleari italiani, di cui al Capo VII;
- nelle installazioni che utilizzano materie radioattive soggette a provvedimenti autorizzativi di cui ai Capi IV e VI;
- in impianti nucleari al di fuori del territorio nazionale,
- in navi a propulsione nucleare in aree portuali,
- nel corso di trasporto di materie radioattive;

o che non siano preventivamente correlabili con alcuna specifica area del territorio nazionale.

Nell’ Allegato XII del D.Lgs 241/00 vengono stabiliti i livelli di intervento in caso di emergenze nucleari e radiologiche per le seguenti azioni protettive previste nella fase iniziale di un incidente:

a) riparo al chiuso;

b) iodoprofilassi;

c) evacuazione.

Tali livelli, riportati in Tabella A3.1, sono espressi in termini di dose equivalente evitabile e di dose efficace evitabile a seguito dell’adozione di uno specifico provvedimento, tenendo conto di tutte le vie di esposizione influenzate dall’azione protettiva stessa, e si riferiscono ai gruppi di riferimento della popolazione interessati dall’emergenza.

Dei due riferimenti di dose indicati per ciascuna delle misure protettive considerate, il valore inferiore rappresenta il livello al di sotto del quale non si ritiene giustificata l’adozione della contromisura, mentre quello superiore indica il livello al di sopra del quale la contromisura dovrebbe essere garantita.

Gli intervalli dei livelli di intervento stabiliti dal D.Lgs 241/00 sono analoghi a quelli raccomandati dall’Unione Europea (EC 1997). E’ inoltre da considerare sempre giustificata l’introduzione di azioni protettive al fine di evitare effetti deterministici.

In Tabella A3.2 sono riportati i valori soglia di dose proiettata in un intervallo di tempo inferiore a due giorni suscettibili di produrre seri effetti deterministici, indicati nel D.Lgs. 241/00.

Tabella A3.1. Livelli di intervento di emergenza per l'adozione di misure protettive (D.Lgs. 241/00)

Azione protettiva	Livelli di intervento (mSv)	
Riparo al chiuso	da alcune unità ad alcune decine	(dose efficace)
Somministrazione di Iodio stabile	da alcune decine ad alcune centinaia	(dose equivalente)
Evacuazione	da alcune decine ad alcune centinaia	(dose efficace)

Tabella A3.2. Valori soglia di dose proiettata in un intervallo di tempo inferiore a due giorni (D.Lgs. 241/00)

Organo o tessuto	Dose proiettata (Gy)
Corpo intero (midollo osseo)	1
Polmoni	6
Pelle	3
Tiroide	5
Cristallino	2
Gonadi	3
Feto	0,1

A3.2 REGOLAMENTI DELL'UNIONE EUROPEA

La legislazione italiana non fissa dei livelli dosimetrici di intervento per l'introduzione di eventuali contromisure quali restrizioni sulla produzione e sul consumo di alimenti contaminati, tuttavia l'Unione Europea ha emanato diversi Regolamenti che fissano i livelli massimi ammissibili di radioattività per i prodotti alimentari (CCE 1989a; CCE 1989b) e per gli alimenti animali (CCE 1990), che possono essere immessi sul mercato a seguito di un incidente nucleare o in qualsiasi altro caso di emergenza radiologica, ai fini della protezione della popolazione (Tabelle A3.3 e A4.4).

Tabella A3.3. Livelli massimi ammissibili di radioattività per i prodotti alimentari in caso di emergenze nucleari e radiologiche (CCE 1989a; CCE 1989b)

Radionuclide	Livello massimo ammissibile ($Bq\ kg^{-1}$ o $Bq\ l^{-1}$)			
	Alimenti per lattanti	Prodotti lattiero caseari	Altri prodotti[1]	Alimenti liquidi
Isotopi dello Stronzio	75	125	750	125
Isotopi dello Iodio	150	500	2000	500
Isotopi del Plutonio e di elementi transplutonici che emettono radiazioni alfa, in particolare ^{239}Pu e ^{241}Am	1	20	80	20
Tutti gli altri nuclidi il cui tempo di dimezzamento supera i 10 giorni, in particolare ^{134}Cs e ^{137}Cs	400	1000	1250	1000

Tabella A3.4. Livelli massimi di radioattività negli alimenti per animali in caso di emergenze nucleari e radiologiche (CCE 1990)

Animali	Livello massimo ammissibile [2, 3] (^{134}Cs e ^{137}Cs) ($Bq\ kg^{-1}$)
Maiali	1250
Pollame, agnelli e vitelli.	2500
Altri	5000

[1] Sono esclusi i prodotti alimentari secondari, per i quali i livelli massimi ammissibili da applicare sono 10 volte superiori a quelli riportati in tabella.

[2] I presenti livelli costituiscono uno strumento per contribuire all'osservanza dei massimi livelli consentiti per gli alimenti; essi non garantiscono di per sé stessi tale osservanza in ogni circostanza e lasciano impregiudicata la necessità di controllare i livelli di contaminazione nei prodotti animali destinati al consumo umano.

[3] Tali livelli si riferiscono agli alimenti per animali pronti al consumo

A3.3 LINEE GUIDA DELL'ORGANIZZAZIONE MONDIALE DELLA SANITÀ PER LA IODOPROFILASSI

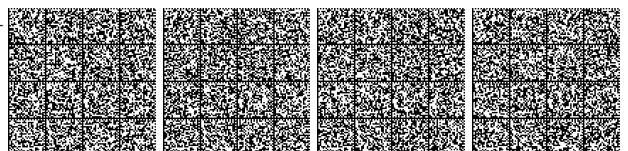
Nel 1989, poco dopo l'incidente di Chernobyl, l'Organizzazione Mondiale della Sanità elaborò delle Linee guida (WHO 1989) riguardanti la iodoprofilassi. Ai tempi di tale rapporto, tuttavia, non erano stati ancora osservati i significativi incrementi nell'incidenza di neoplasie tiroidee, soprattutto in età infantile (primi riscontri in Bielorussia nel 1991), e quindi, proprio per tenere conto sia del significativo eccesso di casi osservati rispetto a quelli attesi nella popolazione infantile, che dei risultati dell'esperienza di iodoprofilassi su larga scala in Polonia (17 milioni di dosi distribuite di cui 10 milioni a bambini), fu ritenuta necessaria una revisione delle Linee guida, che fu pubblicata nel 1999 (WHO 1999).

Ai fini della pianificazione della iodoprofilassi il documento dell'Organizzazione Mondiale della Sanità propone livelli di riferimento distinti per gruppi di popolazione (Tabella A3.5), in quanto:

- il rischio di induzione di carcinoma tiroideo da iodio radioattivo è fortemente dipendente dall'età al momento dell'esposizione: la classe di età 0-18 anni risulta quella a maggior rischio di effetti dannosi, mentre tale rischio si riduce sensibilmente negli adulti e tende ad annullarsi oltre i 40 anni di età;
- esiste una maggiore radiosensibilità della tiroide in alcune condizioni fisiologiche (allattamento e gravidanza).

Tabella A3.5. Livelli di riferimento di dose per l'introduzione della iodoprofilassi

Gruppo di popolazione	Vie di introduzione da tenere in considerazione	Livelli di riferimento
Neonati, infanti, bambini, adolescenti fino a 18 anni. Donne in gravidanza ed in allattamento	Inalazione (ed ingestione)[4]	10 mGy di dose evitabile alla tiroide
Adulti < 40 anni	Inalazione	100 mGy di dose evitabile alla tiroide
Adulti > 40 anni	Inalazione	5 Gy dose proiettata alla tiroide

[4] Ingestione di latte da parte dei lattanti quando non sono disponibili prodotti alternativi

A3.4 RIFERIMENTI NORMATIVI CITATI

CCE 1989a Regolamento (EURATOM) n.944/89 della Commissione del 12 aprile 1989 che fissa i livelli massimi ammissibili di contaminazione radioattiva per i prodotti alimentari secondari a seguito di un incidente nucleare o di qualsiasi altro caso di emergenza radioattiva. Gazzetta Ufficiale della Comunità Europea L101/17 del 13-4-1989

CCE 1989b Regolamento (EURATOM) n.2218/89 del Consiglio del 18 luglio 1989, recante modifica del Regolamento (EURATOM) n.3954/87, che fissa i livelli massimi ammissibili di radioattività per i prodotti alimentari e per gli alimenti per animali in caso di livelli anomali di radioattività a seguito di un incidente nucleare o di qualsiasi altro caso di emergenza radioattiva. Gazzetta Ufficiale della Comunità Europea L211/1 del 22-7-1989

CCE 1990 Regolamento (EURATOM) n. 770/90 della Commissione del 29 marzo 1990 che fissa i livelli massimi di radioattività ammessi negli alimenti per animali, contaminati a seguito di incidenti nucleari o di altri casi di emergenza da radiazione. Gazzetta Ufficiale della Comunità Europea L83 del 31-3-1990

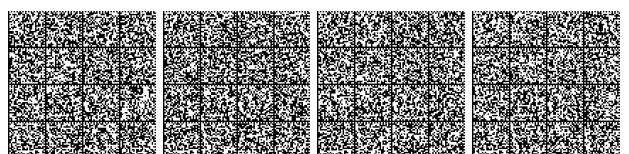
CCE 1996 Direttiva 96/29/EURATOM del Consiglio del 13 maggio 1996, che stabilisce le norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti. Gazzetta Ufficiale L.159, 29 giugno 1996

EC 1997 European Commission "*Radiological Protection principles for urgent countermeasures to protect the public in the event o f accidental release of radioactive material*". Radiation Protection 87

WHO 1989 "*Guidelines for Iodine Prophylaxis following nuclear accidents*" World Health Organization, Environmental Health Series n.35

WHO 1999 "*Guidelines for Iodine Prophylaxis following nuclear accidents: Update 1999*" WHO/SDE/PHE/99.6

ALLEGATO 4

INDICAZIONI OPERATIVE PER LA IODOPROFILASSI

A4 INDICAZIONI OPERATIVE PER LA IODOPROFILASSI

A4.1 PREMESSA

Sulla base dei dati di carattere tecnico-scientifico tratti dalla letteratura, delle raccomandazioni di numerose organizzazioni internazionali e delle informazioni circa il significato, gli obiettivi e le modalità di applicazione della iodoprofilassi, i principali aspetti su cui si ritiene utile richiamare l'attenzione sono i seguenti:

- Il rischio di induzione di carcinoma tiroideo da iodio radioattivo è fortemente dipendente dall'età al momento dell'esposizione; più precisamente la classe di età 0-18 anni risulta quella a maggior rischio di effetti dannosi. Tale rischio si riduce sensibilmente negli adulti e tende ad annullarsi oltre i 40 anni di età.
- Esiste una maggiore radiosensibilità della tiroide in alcune condizioni fisiologiche (allattamento e gravidanza)
- La iodoprofilassi è una efficace misura di intervento per la protezione della tiroide al fine di prevenire gli effetti deterministici e di minimizzare gli effetti stocastici nei gruppi sensibili della popolazione purché venga attuata tempestivamente (da alcune ore fino ad un giorno prima dell'esposizione o al massimo entro le prime 6-8 ore dall'inizio dell'esposizione)
- La durata del blocco funzionale tiroideo dopo una singola somministrazione di iodio stabile è di circa 24-48 ore.
- Il rischio di effetti avversi alla somministrazione di una dose singola di iodio stabile è molto piccolo per tutte le classi di età

A4.2 LIVELLI DOSIMETRICI DI INTERVENTO

In linea con quanto raccomandato nelle Linee Guida per la iodoprofilassi dell'OMS si propone di adottare per gli individui fino a 18 anni, per le donne in gravidanza ed in allattamento un livello di intervento di **10 mSv** di dose equivalente evitabile alla tiroide.

Per gli adulti (età > 18 anni) si propone un livello di intervento di **100 mSv** di dose equivalente evitabile alla tiroide, anche in questo caso in sostanziale omogeneità con quanto suggerito nelle citate Linee Guida OMS.

Il livello inferiore di intervento proposto per gli individui fino a 18 anni, per le donne in gravidanza ed in allattamento risulta giustificato sulla base di consolidate evidenze scientifiche circa la maggiore suscettibilità di neonati, bambini e adolescenti rispetto agli effetti stocastici radioindotti nella ghiandola tiroide e, più in generale, sulla base dell'evidenza di una netta dipendenza del rischio relativo di induzione di carcinoma tiroideo dall'età al momento dell'esposizione alle radiazioni.

Gli studi indicano in particolare che tale rischio si riduce grandemente oltre i 15-20 anni di età e tende ad annullarsi oltre i 40 anni di età all'esposizione.

L'opportunità di estendere la iodoprofilassi alle donne in gravidanza deriva dalla maggiore suscettibilità della ghiandola sottoposta ad intensa stimolazione funzionale specialmente nel primo trimestre: la frazione di iodio radioattivo assorbito dalla tiroide in queste condizioni è pertanto aumentata rispetto alla rimanente popolazione adulta. Nel secondo e terzo trimestre di gravidanza occorre inoltre tener conto che la tiroide fetale è già funzionante e che lo iodio radioattivo può attraversare il filtro placentare ed essere attivamente captato dalla ghiandola fetale.

Anche le donne che allattano vanno sottoposte a iodoprofilassi, allo scopo di ridurre la presenza di radioiodio nel latte materno.

Sulla base delle più attendibili stime di rischio di carcinoma tiroideo radioindotto, riportate in letteratura, l'OMS ha calcolato il beneficio relativo in termini di "risparmio" di neoplasie

radioindotte alla tiroide derivante dall'applicazione di un livello di intervento per la iodoprofilassi di 10 mGy nelle fasce di età più giovani, rispetto all'applicazione del livello di intervento ottimizzato di 100 mGy, raccomandato da IAEA per tutte le classi di età.

In particolare, applicando le stime di rischio per i gruppi di età più giovani (da 2.3 a 4.4 10^{-4} / Gy per anno) ed il livello di intervento di 100 mGy, l'incidenza residua di carcinomi tiroidei tra i più esposti sarebbe dell'ordine di 20-50 casi per milione di bambini per anno.

Questa stima va confrontata con un background di casi spontanei di neoplasie tiroidee infantili stimato in circa 1 caso per milione di bambini per anno.

D'altra parte, applicando un livello di intervento specifico per età (0-18 anni) pari a 10 mGy di dose di radiazioni alla tiroide l'incidenza residua di carcinomi tiroidei tra i più esposti si ridurrebbe a 2 -5 casi per milione di bambini per anno.

Se si fa riferimento al rischio cumulato sull'intera vita ($\approx 10^{-2}$ / Gy) l'incidenza carcinomi tiroidei diminuirebbe da $\approx$ 1 caso/1000 a $\approx$ 1 caso /10000.

Si tratta di un beneficio piuttosto significativo, a fronte del rischio di effetti avversi tiroidei ed extratiroidei conseguenti all'assunzione di iodio stabile, che può essere considerato trascurabile: è noto infatti dall'esperienza polacca di somministrazione di iodio stabile su larga scala su popolazioni infantili che l'incidenza di reazioni avverse gravi conseguenti all'assunzione di una singola dose di iodio stabile è molto bassa (inferiore ad 10^{-7}).

A4.3. APPLICAZIONE DELLA IODOPROFILASSI IN EMERGENZA

Gli scenari elaborati per la rivalutazione dei presupposti tecnici del Piano nazionale delle misure protettive contro le emergenze radiologiche prendono a riferimento eventi di origine transfrontaliera in due impianti prossimi ai confini nazionali: Krško in Slovenia e St. Alban in Francia.

I valori massimi di dose equivalente alla tiroide riferiti all'esposizione da inalazione nelle 48 ore successive all'evento sono riportati nella seguente tabella A4.1.

Tabella A4.1 Valori massimi della dose equivalente alla tiroide (mSv) da inalazione di ^{131}I sul territorio nazionale, nelle 48h successive all'evento considerato

Gruppi di popolazione	Krško (mSv)	St. Alban (mSv)
Adulti	16	40
Bambini	27	70
Lattanti	20	50

Tratta da: *Presupposti tecnici del piano nazionale delle misure protettive contro le emergenze nucleari e radiologiche. Aggiornamento per gli eventi di origine transfrontaliera"* Novembre 2006.

In base a queste valutazioni ed applicando i livelli di intervento proposti, la contromisura della iodoprofilassi dovrebbe essere adottata negli individui appartenenti al gruppo di età tra 0 e 18 anni, nelle donne in gravidanza e in allattamento, mentre non troverebbe applicazione nei soggetti adulti (> 18 anni).

Nella tabella A4.2 sono indicate le aree interessate dal provvedimento di iodoprofilassi.

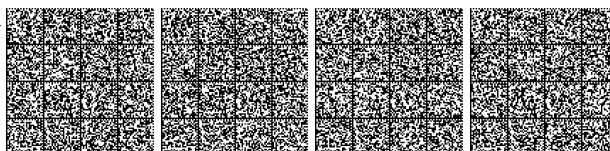



Tabella A4.2 Distribuzione territoriale della dose equivalente alla tiroide (mSv) da inalazione di ^{131}I per il gruppo di popolazione dei bambini

Intervallo di dose	**Krško**[1]	**St. Alban**[2]
10<dose<Val. max	(10-27) Aree delle regioni in prossimità del confine di Nord-Est	(10-70) Piemonte, Valle d'Aosta, aree della Liguria, della Lombardia e dell'Emilia Romagna

Tratta da: *Presupposti tecnici del piano nazionale delle misure protettive contro le emergenze nucleari e radiologiche. Aggiornamento per gli eventi di origine transfrontaliera"* Novembre 2006.

Perché la contromisura abbia la massima efficacia è necessario che lo iodio stabile venga somministrato prima dell'esposizione al rilascio radioattivo (in previsione dell'arrivo della nube radioattiva) o al massimo entro le prime 6-8 ore dall'inizio dell'esposizione (Fig.A4.1). Somministrazioni più tardive presentano profili di efficacia molto modesti ed è addirittura possibile che una somministrazione ritardata di iodio stabile (48-72 ore dopo l'inizio dell'esposizione) possa prolungare la ritenzione intratiroidea del radioiodio provocando pertanto teoricamente un potenziamento del danno radioindotto alla tiroide

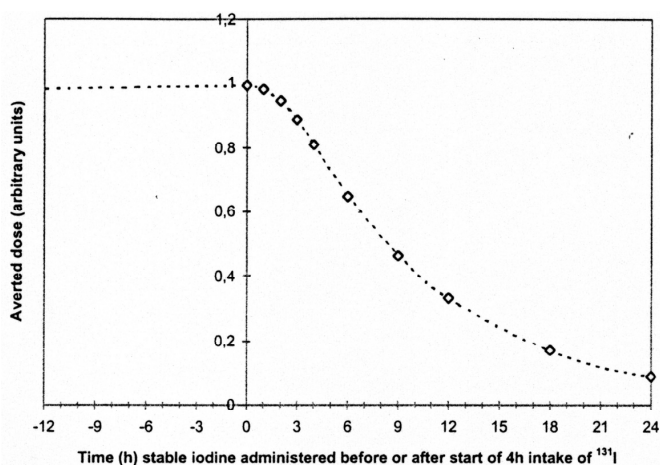



Figura A4.1. *Dose evitata alla tiroide in funzione del tempo in cui viene somministrato lo iodio stabile* (tratta da: Guidelines for iodine prophylaxis following nuclear accidents – 1999 update WHO)

Facendo riferimento al documento "*Basi tecniche per l'aggiornamento dei presupposti del piano nazionale delle misure protettive contro le emergenze nucleari e radiologiche. Eventi di origine transfrontaliera"* (Novembre 2006), nelle figure A4.2 e A4.3 è riportato l'andamento temporale della dose equivalente alla tiroide per i due impianti presi in considerazione.

[1] L'intervallo tra circa 10 mSv ed il valore massimo indicato impegna una estensione dell'ordine dei 20.000 Km^2
[2] L'intervallo tra circa 10 mSv ed il valore massimo indicato impegna una estensione dell'ordine dei 40.000 Km^2

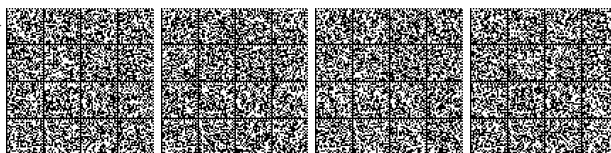
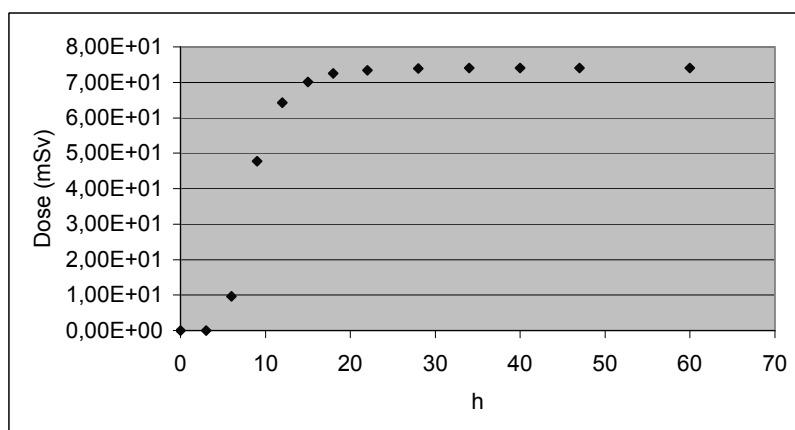



Figura A4.2. *Andamento temporale della dose equivalente alla tiroide, da inalazione di* ^{131}I*, per il gruppo di popolazione dei bambini.* ***Centrale di St. Alban*** *- Valori massimi stimati per il territorio italiano*

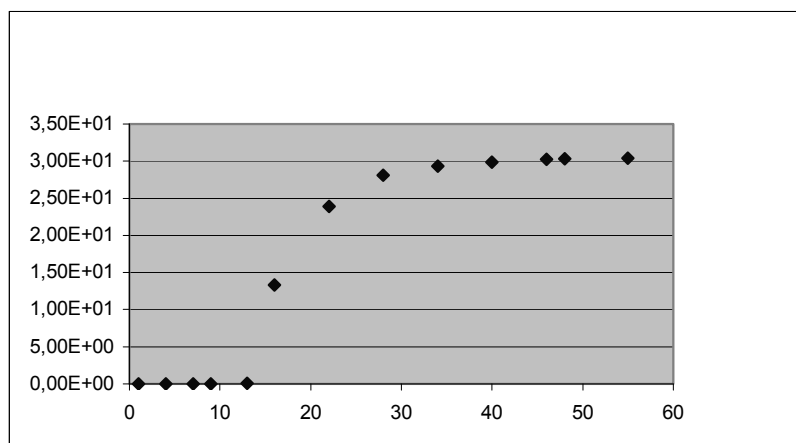



Figura A4.3. *Andamento temporale della dose equivalente alla tiroide, da inalazione di* ^{131}I*, per il gruppo di popolazione dei bambini.* ***Centrale di Krško*** *- Valori massimi stimati per il territorio italiano*

In ambedue i casi, anche se in misura maggiore nel caso di un evento incidentale presso la centrale slovena di Krško, l'andamento temporale del rilascio ed il relativo andamento della dose equivalente alla tiroide da inalazione di ^{131}I prevedono un intervallo di alcune ore dall'inizio del rilascio al realizzarsi di significative concentrazione in aria di ^{131}I nelle aree geografiche interessate. Vi sarebbe pertanto tempo sufficiente dal momento della diffusione dell'allarme per garantire la distribuzione e la somministrazione dello iodio stabile in tempi adeguati per ottenere la massima efficacia della contromisura.

A4.3.1 Forma chimica, presentazione farmaceutica e posologia

Quanto alla forma chimica lo iodio stabile va preferenzialmente somministrato in forma di ioduro di potassio (KI); in alternativa può essere somministrato lo iodato di potassio (KIO_3), che può però determinare maggiore irritazione gastrointestinale.

La presentazione farmaceutica preferibile dello ioduro di potassio è in compresse piuttosto che in soluzione liquida, sia per il più facile immagazzinamento e la più comoda distribuzione sia perché le compresse provocano minori disturbi gastroenterici.

Le compresse di KI, se ben confezionate (protette da aria, umidità, calore e luce), possono essere conservate a lungo (diversi anni); se confezionate ermeticamente in blister e tenute al fresco e all'asciutto la loro validità è di almeno 5 anni.

E' noto che lo ioduro di potassio è un composto chimico molto stabile per cui, se conservato in condizioni adeguate (specialmente se ben protetto dall'umidità) potrebbe avere una validità anche superiore ai 5 anni: documenti tecnici della FDA stabiliscono addirittura che se il confezionamento esterno appare intatto e il prodotto continua ad essere conservato correttamente, non è richiesta l'esecuzione di test particolari (valutazione a campione dell'attività, della solubilità, ecc.) per assicurarne la piena validità anche al di là della fissata data di scadenza.

Per garantire una razionale somministrazione dello ioduro di potassio nelle varie fasce di età è opportuno predisporre compresse da 65 mg di KI (corrispondenti a 50 mg di iodio stabile).

Le compresse devono essere realizzate in modo da poter essere facilmente divise a metà ed in frazioni di un quarto.

La posologia consigliata, seguendo le linee guida dell'Organizzazione Mondiale della Sanità, peraltro fatte proprie nelle pianificazioni di emergenza dalla quasi totalità dei Paesi Europei, è la seguente:

Tabella A4.3. Posologia consigliata per la somministrazione di ioduro di potassio

Fasce di età	**Dose di KI (o iodio stabile) in mg**	**Frazione o numero di compresse da 65 mg KI**
0-1 mese	16 (12,5)	¼
1 mese – 3 anni	32 (25)	½
3-12 anni	65 (50)	1
> 12 anni Donne in gravidanza ed in allattamento	130 (100)	2

In base alle caratteristiche del potenziale rilascio considerato nei Presupposti Tecnici si prevede che sia sufficiente un'unica somministrazione di iodio stabile alle dosi consigliate, dato che la durata del blocco funzionale tiroideo dopo una singola somministrazione è di circa 24-48 ore. Soltanto nell'eventualità di un rilascio prolungato nel tempo potrebbe essere presa in considerazione l'ipotesi di somministrazioni ripetute.

In questo caso vanno prese ulteriori precauzioni per particolari categorie: nelle donne in gravidanza ed in allattamento la somministrazione va prolungata al massimo per due giorni, mentre per i neonati fino ad 1 mese non è consigliabile la ripetizione della somministrazione.

A4.4. INDICAZIONI OPERATIVE RIGUARDANTI LA PREDISPOSIZIONE DI SCORTE DI IODURO DI POTASSIO (KI)

Le seguenti osservazioni riguardano la risposta agli scenari incidentali contenuti nei Presupposti Tecnici del Piano Nazionale, riferiti agli impianti di St. Alban (Francia) e Krsko (Slovenia).

Gli scenari elaborati prevedono, nel caso dell'evento severo considerato, l'esposizione della popolazione di alcune Regioni del territorio italiano (Tab.A4.2) a dosi alla tiroide per le quali sarebbe indicata la iodoprofilassi nei soggetti tra 0 e 18 anni, nelle donne in gravidanza e in allattamento.

Le Regioni interessate sotto questo aspetto, nell'ipotesi più sfavorevole formulata, sono:

- In caso di rilascio a seguito di incidente severo presso la centrale di St. Alban (Fig. A4.4): Valle d'Aosta, Piemonte, Liguria, parte della Lombardia, parte dell'Emilia-Romagna;
- In caso di rilascio a seguito di incidente severo presso la centrale di Krško (Fig. A4.5): Friuli Venezia Giulia, parte del Veneto e dell'Emilia Romagna per il possibile interessamento dell'area del delta padano (province di Rovigo e Ferrara).

In alcuni Paesi dove esistono impianti nucleari (es. Francia, Svizzera) viene effettuata la pre-distribuzione di compresse di KI alla popolazione che risiede nelle vicinanze dell'impianto (in Svizzera, nel raggio di 20 km). Considerato che in Italia non sono presenti centrali in esercizio, e che lo scenario di riferimento riguarda incidenti transfrontalieri severi, si ritiene che nel nostro Paese si debba progettare un sistema di stoccaggio finalizzato alla distribuzione rapida in emergenza.

Il tempo intercorrente tra la notifica dell'incidente e l'inizio dell'esposizione della popolazione sul territorio nazionale non può essere conosciuto a priori con precisione. Si può stimare un intervallo temporale che va da 12 a 24 ore. La profilassi, per essere efficace, deve essere effettuata al più tardi entro 6-8 ore dall'inizio dell'esposizione.

Sulla base di queste premesse, si possono ipotizzare due modelli:

a) costituzione di scorte di compresse di KI nelle farmacie dei territori potenzialmente esposti e distribuzione gratuita in caso di allarme, su disposizione del Dipartimento della Protezione Civile, d'intesa con la Regione interessata;

b) stoccaggio decentrato presso strutture idonee, e distribuzione a cura del sistema sanitario territoriale (118), attraverso centri di distribuzione definiti sulla base di una pianificazione specifica.

Il modello a) è di attuazione relativamente semplice, ma deve essere organizzato in modo da assicurare l'effettiva disponibilità dei presidi in qualsiasi giorno dell'anno ed a qualunque ora del giorno, ed evitare fenomeni di "accaparramento" da parte della popolazione.

Il modello b) garantisce una gestione corretta e controllata delle scorte, ma deve prevedere un sistema di distribuzione capillare in tempi molto stretti. In questo caso lo stoccaggio, per assicurare una rapida disponibilità delle risorse, dovrà essere distribuito almeno su base provinciale (non meno di un sito di stoccaggio ogni 500.000 abitanti).

Fatte salve diverse necessità o decisioni di ogni Regione, la scelta dei depositi dovrebbe tener conto anche dei seguenti aspetti:

- identificazione del luogo/struttura/servizio: è preferibile avvalersi di servizi di farmacia ospedaliera, per una adeguata conservazione del prodotto, per la disponibilità h24 e per la gestione delle procedure di carico/scarico, lotto, scadenza e rinnovo;
- la scorta deve essere sistemata in luoghi chiusi, accessibili, non isolati, controllabili;
- il servizio che gestisce il deposito dovrebbe essere in grado di preparare il KI in "contenitori" pronti e trasportabili;
- nelle grandi città assicurano miglior accesso e possibilità di trasporto strutture periferiche piuttosto che centrali;
- il sito di stoccaggio dovrebbe essere dotato di /vicino a elisuperficie: occorre prevedere la possibilità di volo notturno.

Per quanto riguarda la distribuzione rapida, questa potrebbe essere attivata dal sistema 118 (che dispone di una sala operativa in h24) avvalendosi di risorse di volontariato e/o di altre strutture operative del sistema di protezione civile (Forze dell'Ordine, Vigili del Fuoco, Forze Armate). L'impiego di tali risorse dovrebbe essere pianificato e definito attraverso procedure concordate con

le strutture interessate. I centri di distribuzione dovrebbero essere individuati sulla base delle seguenti caratteristiche:

- facilità di accesso, disponibilità di spazi di parcheggio;
- facilità di identificazione per la popolazione (es. scuole);
- possibilità di essere dedicati a questa attività senza creare disturbo all'erogazione di altri servizi essenziali; per questa ragione è sconsigliabile effettuare la distribuzione nelle strutture ospedaliere, a meno che non si riesca ad organizzare un'area con accesso separato rispetto al sistema di emergenza/accettazione.

Durante l'anno scolastico, la distribuzione diretta negli istituti può assicurare la copertura di buona parte della popolazione in età scolare.

La pianificazione della iodoprofilassi deve prevedere un'adeguata campagna di informazione preventiva, e un sistema di comunicazione capillare in emergenza (es. SMS).

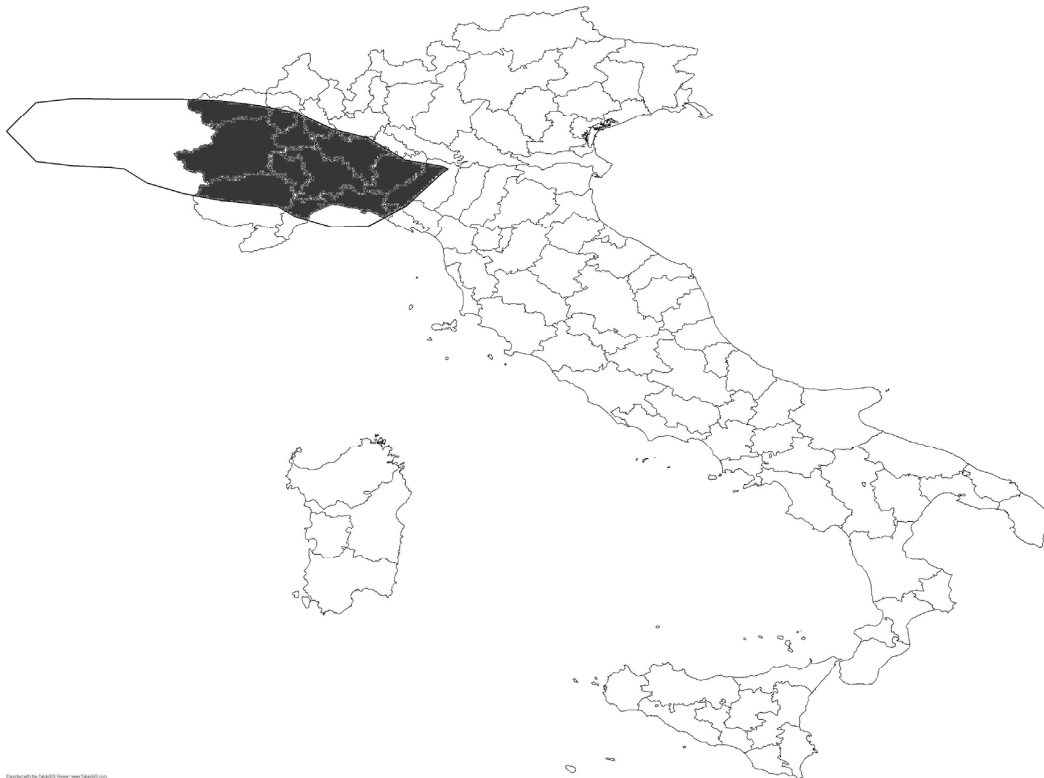



Fig. A4.4 *Curva di isodose (10 mSv alla tiroide nei bambini - 48 h) Incidente Centrale di St. Alban*

Fig. A4.5 *Curva di isodose (10 mSv alla tiroide nei bambini - 48 h) Incidente Centrale di Krško*

Fonti consultate

- BEIR, 1990. *Health Effects of Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation*. Committee on the Biological Effects of Ionizing Radiation. BEIR V. National Academy Press, Washington D.C.
- BRER, 2004. "*Distribution and administration of potassium iodide in the event of a nuclear incident*". National Research Council's Board on Radiation Effects Research http.//www.nap.cdu/openbook/0309090989/htlm/11.htlm
- D. Lgs. 230/95. Attuazione delle direttive Euratom 80/386, 84/467, 84/466, 89/618, 90/641 e 92/3 in materia di radiazioni ionizzanti. Supplemento Ordinario alla Gazzetta Ufficiale n. 136 del 13 giugno 1995.
- D. Lgs. 241/00. Attuazione della Direttiva 96/29/EURATOM in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti. Supplemento Ordinario alla Gazzetta Ufficiale n. 203 del 31 agosto 2000.
- E.C., 1997. European Commission. *Radiological protection principles for urgent countermeasures to protect the public in the event of accidental release of radioactive materia*l. Radiation Protection 87
- FDA, 2001. *Guidance. Potassium Iodide as a Thyroid Blocking Agent in Radiation Emergencies,* Food and Drug Administration, Center for Drug Evaluation Research; Rockville, MD.

- IAEA, 1994. *Intervention Criteria in a Nuclear or Radiation Emergency.* International Atomic Energy Agency, Safety Series No. 109, Vienna
- IAEA, 1996. *International Basic Safety Standards for protection against ionizing radiation sources.* International Atomic Energy Agency, Safety Series No. 115, Vienna
- IAEA,2002. *Preparedness and response for a nuclear or radiological emergency. Safety Requirements.* International Atomic Energy Agency, Safety Standard Series No. GS-R-2, Vienna
- ICRP, 1991. *1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection.* International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60, Pergamon Press, Oxford.
- ICRP, 1993. *Principles for Intervention for Protection of the Public in a Radiological Emergency* International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 63. Pergamon Press, Oxford.
- ICRP, 2005. *Protecting people against radiation exposure in the event of a radiological attack*. International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 96. Pergamon Press, Oxford.
- Jacob. E *et al.* (1998). *Thyroid cancer risk to children calculated*. Nature, 392, 31-32
- Nauman, J and Wolff, J (1993) *Iodine prophylaxis in Poland after the Chernobyl reactor accident; benefits and risks.* American Journal of Medicine 94: 524-532
- NCRP, 1985. *Induction of thyroid cancer by ionizing radiation.* National Council on Radiation Protection and Measurements. NCRP Report No 80, Bethesda.
- NRPB, 1990. *Emergency reference levels of dose for early countermeasures to protect the public*. National Radiological Protection Board, Documents of the NRPB, Volume 1, No 4. Chilton, Didcot, Oxon OX11 ORQ
- NRPB, 2001. "*Stable iodine prophylaxis*". *Recommendations of the 2nd UK working group on stable iodine prophylaxis.* National Radiological Protection Board. Documents of the NRPB, Volume 12, No 3. Chilton, Didcot, Oxon OX11 ORQ
- Ron E. *et al.* (1995). *Thyroid cancer after exposure to external radiation: a pooled analysis of seven study.* Radiat. Res. 141, 259-277
- Thompson D.E. *et al.*(1994). *Cancer incidence in atomic bomb survivors. Part II: solid tumors. 1958-87.* Radiat. Res. 137, S17-S67.
- UNSCEAR, 1988. *Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation.* United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. UNSCEAR 1988 Report to General Assembly. New York
- WHO, 1989. *Guidelines for Iodine Prophylaxis following Nuclear Accident*s. World Health Organization, Environmental Health Series No 35, Copenhagen.
- WHO, 1999. *Guidelines for Iodine Prophylaxis following Nuclear Accident*s: *Update 1999.* (WHO/SDE/PHE/99.6).

ALLEGATO 5

USO DI MEZZI AEREI PER LA DETERMINAZIONE DELLA CONTAMINAZIONE RADIOATTIVA E LA RICERCA DI SORGENTI DISPERSE

A5 USO DI MEZZI AEREI PER LA DETERMINAZIONE DELLA CONTAMINAZIONE RADIOATTIVA E LA RICERCA DI SORGENTI DISPERSE

A5.1 Introduzione

A seguito degli eventi del rientro del COSMOS 954 nel 1978 e soprattutto dell'incidente di Chernobyl è divenuta pratica corrente, in quasi tutti i Paesi ad alto livello di sviluppo economico, l'integrazione della strumentazione di rivelazione a terra con strumentazione (AGS – Airborne Gamma Spectrometry) montata su sistemi aerei che possano volare a bassa quota (tra i 50 e 150 metri) e a velocità relativamente bassa (70-120 km/h). Infatti, in alcune tipologie di emergenza a seguito di eventi analoghi a quelli sopra menzionati, l'area sulla quale si deve estendere il controllo dei livelli di radioattività è tale che rende impraticabile l'uso dei mezzi a terra per una valutazione significativa della situazione radiologica.

I casi in cui tali mezzi sono utilizzati perché costituiscono lo strumento privilegiato di intervento sono:

- cartografia di contaminazione gamma su vasta scala, anche in zona di difficile accesso, a seguito di rilascio per incidente a centrale nucleare, per attacco con RDD (Radiological Dispersal Device) o per dispersione di materiale radioattivo a seguito di rientro incontrollato in atmosfera di satelliti contenenti sorgenti o reattori nucleari;
- individuazione di sorgenti gamma emittenti perdute, rubate o intenzionalmente introdotte nel territorio italiano al di fuori delle procedure previste;
- sorveglianza del territorio, tramite cartografia gamma, intorno a depositi di scorie radioattive;
- partecipazione all'insieme dei mezzi di "garanzia della sicurezza" in occasione di "grandi eventi".

I vantaggi che tali mezzi offrono sono: classificazione immediata delle aree, copertura veloce ed efficiente del territorio, valutazione integrale della situazione, basso costo per unità di superficie considerata, facile resa dei dati su mappa geografica, procedure di maggior sicurezza per gli operatori (contaminazione solo a terra).

I tempi di intervento operativo, nei casi di Paesi che si sono dotati delle strutture necessarie, sono di 1-2 ore con potenzialità di raggiungere ogni punto del territorio nazionale in poche ore.

La sensibilità (minima contaminazione rilevata in caso di determinazione della contaminazione o minima attività rilevata in caso di ricerca di sorgente) dipende dalla strumentazione utilizzata e dalla metodologia operativa utilizzata nei voli. Come valori di riferimento si possono assumere contaminazioni di qualche decina di kBq/m^2 per gamma di bassa energia (~60 keV per ^{241}Am) e di ~ 1 kBq/m^2 per gamma di più alta energia (~ 660 keV per il ^{137}Cs) ed attività dell'ordine del GBq per sorgenti di ^{137}Cs.

La strumentazione montata sulle piattaforme aeree (elicotteri o piccoli aerei ad ala fissa) è costituita generalmente da rivelatori a NaI(Tl) di grande volume, tipicamente 4 l (10x10x40 cm^3) è il volume di una singola unità di rivelazione e generalmente i sistemi di rivelazione sono costituiti da più unità (tipicamente 4). Alcuni sistemi più avanzati utilizzano anche rivelatori HPGe per integrare l'informazione ottenuta con i rivelatori NaI per una migliore determinazione della composizione isotopica della contaminazione. I sistemi di acquisizione, che fanno parte integrante della strumentazione, permettono di acquisire le informazioni sulla composizione degli spettri misurati integrando i conteggi in tempi operativi che tipicamente sono dell'ordine delle decine di secondo, che corrispondono a risoluzioni spaziali, tenuto conto della velocità della piattaforma aerea, dell'ordine di alcune centinaia di metri.

I mezzi sono dotati di GPS e permettono quindi una precisa localizzazione spazio-temporale delle misure. I dati possono essere trasmessi, direttamente o tramite operatore, a terra ed essere immessi nel "data stream" che perviene al centro tecnico di valutazione.

A5.2 Applicazioni

Dopo l'incidente di Chernobyl, sono stati sviluppati in Europa, come strumenti di DSS (Decision Support System), due estesi sistemi per la gestione delle informazioni meteorologiche e radiologiche, ed il loro uso per il calcolo del trasporto, la previsione delle contaminazioni a terra e nelle derrate alimentari e per il supporto delle decisioni per le Autorità responsabili della gestione delle emergenze per quanto attiene l'introduzione di contromisure per mitigare le conseguenze dell'evento. Entrambi i sistemi, RODOS (sviluppato nell'ambito dei programmi quadro (3^o-7^o) per la ricerca della Unione Europea ed attualmente in uso in Germania, Finlandia, Spagna, Portogallo, Austria, Olanda, Polonia, Ungheria, Slovacchia, Ucraina, Slovenia, Repubblica Ceca) e ARGOS (sviluppato da un consorzio internazionale di Istituti di ricerca guidato dalla Danimarca ed in uso in Danimarca, Canada, Irlanda, Norvegia, Svezia, Estonia, Lituania e Latvia) prevedono esplicitamente, tramite appositi protocolli, l'inserimento dei dati provenienti dai sistemi AGS come parte integrante ed essenziale dei dati su cui basare le previsioni. In letteratura sono riportati, come tempi caratteristici, periodi di circa 1 ora tra l'immissione dei dati da sistemi AGS, rappresentativi di aree sufficientemente vaste, nel sistema di elaborazione e la risposta in termine di prevista contaminazione della catena alimentare.

A5.3 Situazione Europea

In Europa i Paesi che hanno una struttura operativa che faccia uso di tali mezzi sono, tra gli altri, la Francia, la Germania, la Svizzera, la Norvegia, la Svezia.

1. In **Francia** il sistema di sorveglianza AGS, denominato Hélinuc, è stato messo a punto ed è mantenuto dal CEA (Commissariat à l'Energie Atomique) ed ha la sua base presso il centro DAM (Direction des Applications Militaires) à Bruyères-le-Chatel nell'Essonne (Ile de France). Hélinuc opera all'interno del Gruppo INTRA (INTervention Robotique sur Accident) costituito dal CEA, EDF ed AREVA per coordinare le professionalità e le attività degli Istituti/Società in materia di interventi remotizzati in casi di incidenti industriali, per ora essenzialmente in materia di impianti nucleari. La piattaforma aerea utilizzata è l'elicottero Aerospatiale Ecureil (1400 kg a vuoto) ed il sistema di rivelazione consiste di 4 rivelatori NaI da 4 litri montati su una struttura esterna sotto la plancia dell'elicottero. Il sistema di acquisizione è gestito da un operatore a bordo dell'elicottero. La potenzialità del sistema in termini di capacità di misura dipende molto dal tipo di missione e dalla sensibilità prefissata, per il sistema Hélinuc il valore tipico riportato è la scansione di un area di 15 km^2 in circa 2 ore.
2. In **Svizzera** il sistema è gestito dal CENAL (Centro Nazionale di Allarme) [NAZ – Nazionale Alarmzentrale nella dizione tedesca] che è l'organo tecnico della Confederazione per gli eventi straordinari. Costituisce una Divisione dell'Ufficio Federale della Protezione della Popolazione (UFPP) [BABS Budesamt für Bevölkenrungsschutz] del Dipartimento Federale della Difesa, della Protezione della popolazione e dello Sport (DDPS) [VBS Eidgenössisches Departement für Verteidigung, Bevölkenrungsschutz und Sport]. La piattaforma aerea utilizzata è l'elicottero Aerospatiale Super Puma (4500 kg a vuoto) messo a disposizione insieme ai piloti dalle forze armate. La base operativa è l'aeroporto militare di Dübendorf (Zurigo). Il sistema di rivelazione consiste di 4 rivelatori NaI da 4 litri montati all'interno dell'elicottero, il sistema di acquisizione è gestito da 2 operatori a bordo dell'elicottero. Come capacità operativa tipica è riportata una potenzialità di scansione di 70 km^2 in 3 ore.

3. In **Germania** il sistema è gestito dal Bundesamt für Strhlenschutz (BfS) – Ufficio Federale per la Radioprotezione - in due dei suoi centri: Berlino (Department of Radiation Protection and Environment) e Oberschleißheim (Neuherberg) vicino Monaco di Baviera. La piattaforma aerea utilizzata è l'elicottero Eurocopter EC135 (1870 kg a vuoto) messo a disposizione insieme ai piloti dalla Polizia Federale. Le basi operative sono due aeroporti nei quali sono localizzati i gruppi elicotteri della Polizia Federale vicini alle due sedi del BfS. Il sistema di rivelazione consiste di 4 rivelatori NaI da 4 litri e di un rivelatore HPGe ad alta efficienza montati all'interno dell'elicottero, il sistema di acquisizione è gestito da 1-2 operatori a bordo dell'elicottero. La strumentazione a disposizione è in grado di equipaggiare 2 elicotteri in ognuna delle 2 basi. Come capacità operativa tipica è riportata una potenzialità di scansione di 70 km^2 in 3 ore.

Il mantenimento delle capacità operative dei sistemi richiede esercitazioni periodiche e le organizzazioni dei 3 Paesi menzionati conducono anche esercitazioni in comune, mediamente una volta l'anno, per la necessaria calibrazione comune dei rispettivi sistemi quale prerequisito all'affidabilità del sistema di emergenza nel caso di eventi che richiedano l'uso di detti mezzi.

A5.4 Situazione in Italia

L'Italia è stato uno dei primi Paesi europei a dotarsi, all'inizio degli anni '80, di un sistema AGS, grazie alla collaborazione tra il Centro Studi ed Esperienze dei Vigili del Fuoco e l'Istituto Superiore di Sanità. Il sistema utilizzava un rivelatore di NaI di 4 litri ed era montato in una struttura esterna sotto la plancia dell'elicottero. Le piattaforme aeree utilizzate sono state due, entrambe elicotteri dell'Augusta Bell 205 e 412 gestiti dal Gruppo Elicotteri dei Vigili del Fuoco con sede a Ciampino (Roma). Il sistema di acquisizione era gestito da un operatore a bordo dell'elicottero. Tale sistema fu utilizzato in varie esercitazioni degli elicotteristi dei VVF per la ricerca di sorgenti preventivamente nascoste e soprattutto fu il mezzo che permise di avere una rapida mappatura della contaminazione del sud Italia in occasione dell'evento di Chernobyl. Purtroppo il sistema non ha avuto una struttura operativa con il compito di gestire la strumentazione ed adeguarla; dal 1987 ad oggi in Italia non si è avuto più alcun sistema AGS operativo.

ALLEGATO 6

SCALA INES

A6 SCALA INES (INTERNATIONAL NUCLEAR EVENT SCALE)

A6.1 INTRODUZIONE

La International Nuclear and Radiological Event Scale (INES), Scala internazionale degli eventi nucleari e radiologici, fornisce uno strumento per comunicare al pubblico, in maniera appropriata, la gravità di eventi incidentali

La scala è stata ideata nel 1989 da un gruppo internazionale di esperti riuniti, congiuntamente, dalla IAEA (International Atomic Energy Agency) e dalla NEA/OECD (Nuclear Energy Agency of the Organization for Economic Cooperation and Development).

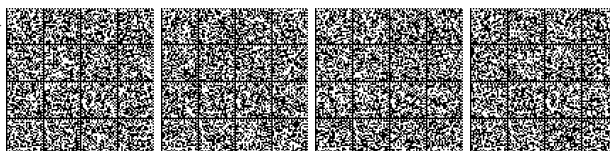
A partire dal 1990 la scala INES è stata applicata agli impianti nucleari di potenza; successivamente è stata ampliata in modo da renderla applicabile a tutti gli impianti collegati all'industria nucleare. Dal 2006 è stata adattata in modo da comprendere anche gli eventi associati al trasporto, stoccaggio ed utilizzo di materiale radioattivo e sorgenti di radiazioni.

La versione attuale della scala INES è illustrata nella tabella A6.1.

Gli eventi sono classificati su 7 livelli. I livelli più bassi (1-3) sono definiti "Guasti" (Incidents), quelli più alti "Incidenti" (Accidents). Ad ogni livello corrisponde la definizione dell'evento ed il relativo criterio di individuazione del livello. Gli eventi non significativi ai fini della sicurezza sono classificati a livello zero (al di sotto della scala) e vengono definiti "deviazioni". Gli incidenti di tipo convenzionale o altri eventi che non sono correlati ad attività nucleari o radiologiche non sono classificati e sono definiti "al di fuori della scala".

Gli eventi nucleari e radiologici vengono classificati considerando tre tipologie di impatto:

- **Ambiente e popolazione**: considera gli eventi che comportano rilasci non pianificati di materiale radioattivo all'esterno di un'installazione e dosi da radiazione alle persone vicine al luogo dell'evento e che pertanto hanno un maggiore impatto sull'opinione pubblica. Questa tipologia va dal secondo livello al settimo livello. Il livello più basso (livello 2) corrisponde ad una dose da radiazioni superiore a 10 mSv per una persona del pubblico e superiore al limite annuale di legge per un lavoratore. Il livello più alto (livello 7) è quello con cui vengono classificati gli incidenti nucleari molto gravi con conseguenze sull'ambiente e sulla salute in aree molto vaste.
- **Barriere radiologiche e sistemi di controllo**: considera eventi senza impatto diretto sulla popolazione o sull'ambiente esterno, ma contenuti all'interno di impianti. Questa tipologia va dal secondo livello al quinto livello. Il livello più basso (livello 2) corrisponde a livelli di radiazione in un'area operativa superiori a $50 \cdot 10^{-3}$ Sv/h. Il livello più alto (livello 5) corrisponde ad un danneggiamento grave al nocciolo del reattore.
- **Difesa in profondità**: considera eventi senza impatto diretto sulle persone o sull'ambiente esterno che possono comportare un cedimento/degrado della "difesa in profondità", cioè dell'insieme dei sistemi di sicurezza predisposti per prevenire conseguenze rilevanti. Questa tipologia va dal primo livello al terzo livello. Il livello 1 corrisponde ad una sovraesposizione di una persona del pubblico superiore al limite annuale di legge, il livello 3 corrisponde ad guasto grave, quasi incidente, per cui non sono disponibili ulteriori barriere.

Si rimanda alle tabelle A7.1 e A7.2 dell'Allegato 7 per gli esempi di classificazione di eventi già accaduti in impianti nucleari o connessi a sorgenti di radiazione o al trasporto di materiali radioattivo suddivisi per tipologia e per livello di gravità dell'evento.

A6.2 IMPIEGO DELLA SCALA

La scala INES si applica a qualsiasi evento associato al trasporto, stoccaggio ed utilizzo di materiale radioattivo e di sorgenti di radiazione, sia che l'evento accada in un impianto sia altrove. Essa prende in considerazione un ampio spettro di "pratiche", includendo l'utilizzo industriale e quello ospedaliero delle sorgenti di radiazione, l'attività negli impianti nucleari e il trasporto di materiale radioattivo. Vengono anche presi in considerazione casi di perdita o furto di sorgenti radioattive e il ritrovamento di sorgenti orfane.

Se una apparecchiatura viene utilizzata per uso medico (ad esempio, radiodiagnostica o radioterapia), la scala INES viene utilizzata per classificare gli eventi che comportano una esposizione reale dei lavoratori e del pubblico o il degrado della apparecchiatura o difetti nei sistemi di sicurezza. La scala non include quindi le conseguenze reali o potenziali per quei pazienti esposti nell'ambito di una terapia medica.

La scala si utilizza solo per applicazioni civili (non-militari) e riguarda solo gli aspetti di sicurezza di un evento.

Sebbene sia stata preparata per essere usata immediatamente dopo un evento, si potrebbero verificare situazioni in cui è necessario più tempo per comprenderne e valutarne le conseguenze. In questi casi, potrebbe essere possibile soltanto dare una stima provvisoria del livello di gravità e successivamente confermarne il livello. E' possibile che, a seguito di ulteriori informazioni, un evento possa richiedere una nuova classificazione.

Non ha senso usare la scala per confrontare i livelli di sicurezza tra paesi diversi. Ogni nazione usa metodi differenti per la notifica al pubblico degli eventi meno gravi ed è quindi difficile, in ambito internazionale, assicurare un'esatta coerenza nella valutazione degli eventi classificati tra il livello 0 e il livello 1.

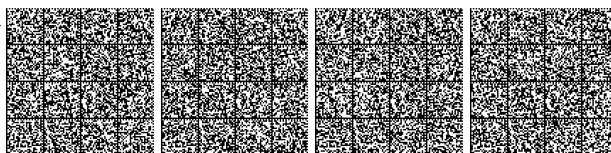
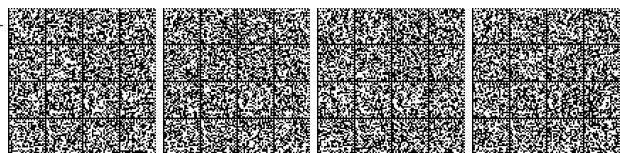
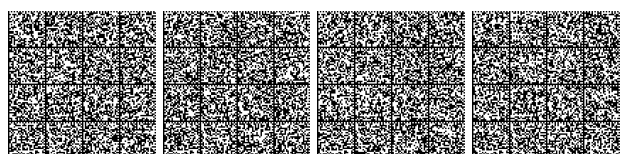



Tabella A6.1 Struttura della Scala INES

LIVELLO INES	**TIPOLOGIA DI IMPATTO**		
	AMBIENTE E POPOLAZIONE **(Impatto esterno al sito)**	**BARRIERE RADIOLOGICHE E SISTEMI DI CONTROLLO** **(Impatto interno all'installazione)**	**DEGRADO DELLA DIFESA IN PROFONDITA'**
7 **Incidente molto grave**	Rilascio di quantità rilevanti di materiale radioattivo con conseguenze sulla salute e sull'ambiente in aree molto vaste, che richiede l'adozione delle contromisure pianificate		
6 **Incidente grave**	Rilascio significativo di materiale radioattivo che presumibilmente richiede l'adozione delle contromisure pianificate		
5 **Incidente con conseguenze più estese**	Rilascio limitato di materiale radioattivo che presumibilmente richiede l' attuazione di alcune contromisure pianificate.	Danneggiamento grave del nocciolo del reattore. Rilascio di quantità rilevanti di materiale radioattivo all'interno di un'installazione che può derivare da un incendio o da un incidente di criticità, con probabilità elevata di un'esposizione significativa del pubblico.	
4 **Incidente con conseguenze locali**	Lieve rilascio di materiale radioattivo. Improbabile attuazione delle contromisure pianificate eccetto il controllo degli alimenti di produzione locale.	Fusione o danneggiamento del combustibile con conseguente rilascio di più dello 0,1% dell'inventario del nocciolo. Rilascio di quantità significative di materiale radioattivo all'interno di un'installazione con probabilità elevata di un'esposizione significativa del pubblico.	

3 **Guasto grave**	Esposizione superiore a 10 volte il limite annuale di legge per i lavoratori. Effetti deterministici non letali sulla salute da radiazioni.	Intensità di esposizione superiore a 1Sv/h in un'area di lavoro. Grave contaminazione in un'area, con bassa probabilità di esposizione significativa del pubblico.	Quasi un incidente ad un impianto nucleare per il quale non sono disponibili sistemi di sicurezza. Perdita o furto di sorgenti sigillate radioattive ad alta attività. Errata consegna di sorgenti sigillate radioattive ad alta attività, in assenza adeguate procedure per il loro utilizzo.
2 **Guasto**	Esposizione di un individuo della popolazione superiore a 10 mSv. Esposizione di un lavoratore superiore ai limiti annuali di legge.	Livelli di radiazione in un'area di lavoro superiori a 50 mSv/h. Significativa contaminazione all'interno dell'impianto in un'area non prevista dall'analisi di rischio.	Guasti significativi nei sistemi di sicurezza ma senza reali conseguenze. Ritrovamento di una sorgente radioattiva orfana sigillata ad alta attività, di un dispositivo o collo con sistemi di sicurezza intatti. Imballaggio inadeguato di una sorgente radioattiva sigillata ad alta attività .
1 **Anomalia**			Sovraesposizione di un individuo della popolazione superiore ai limiti annuali di legge. Lievi problemi a componenti di sicurezza con mantenimento significativo della difesa in profondità. Furto o perdita di uno dispositivo, collo o sorgente radioattiva a bassa attività.
0 **Al di sotto della scala**	NON SIGNIFICATIVO PER LA SICUREZZA		

ALLEGATO 7

EVENTI INCIDENTALI SIGNIFICATIVI PER LA PIANIFICAZIONE DI EMERGENZA

A7 EVENTI INCIDENTALI SIGNIFICATIVI PER L'EVOLUZIONE DELLA RISPOSTA DI PROTEZIONE CIVILE[1]

A7.1 PREMESSA

La risposta di protezione civile alle emergenze radiologiche, sia nazionale che internazionale, ha subito nel tempo una profonda evoluzione anche a seguito della riflessione e dello studio di incidenti di vario tipo occorsi nel mondo fin dall'inizio dello sfruttamento della radioattività artificiale e dell'energia nucleare.

La tabella A7.1 fornisce un quadro riassuntivo dei principali eventi incidentali classificati secondo la scala INES (descritta in dettaglio nell'allegato 6) avvenuti nel caso di pratiche riguardanti sorgenti radioattive (compreso il trasporto), mentre la tabella A7.2 fornisce una sintesi analoga per eventi avvenuti in impianti nucleari di potenza o in impianti del ciclo del combustibile. Il sito WEB della IAEA (International Atomic Energy Agency, Vienna) fornisce molti altri esempi di eventi incidentali assieme ad una ricca documentazione scientifica sull'argomento (http://www.iaea.org).

La caratteristica comune degli incidenti descritti è data dalla loro particolare severità, che ha comportato una ampia estensione geografica dell'impatto ambientale o conseguenze sanitarie rilevanti, in alcuni casi ampiamente al di sopra della soglia degli effetti deterministici. In conseguenza di tali caratteristiche gli eventi illustrati in dettaglio sono risultati paradigmatici per la riflessione successiva (con particolare riguardo ai criteri di progettazione, all'analisi incidentale ed alla pianificazione di emergenza) e per l'impatto che hanno avuto sull'opinione pubblica; di essi viene fornita una sintetica descrizione: **Kyshtym** (1957), **Windscale** (1957), **Three Mile Island** (1979), **Chernobyl** (1986) e **Goiânia** (1987).

Tabella A7.1 – Esempi di eventi riguardanti sorgenti di radiazioni e trasporto di materiale radioattivo

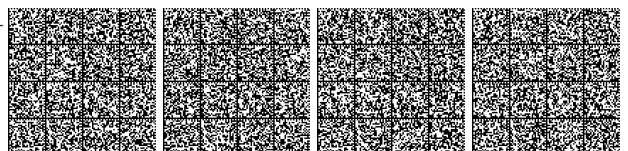
	AREE DI IMPATTO	
LIVELLO INES	**AMBIENTE E POPOLAZIONE Impatto esterno al sito**	**DEGRADO DELLA DIFESA IN PROFONDITA'**
7		
6		
5	**Goiania, Brasile**, 1987: Quattro persone morte e sei sottoposti a dosi di pochi Gy ricevuti da una sorgente abbandonata e danneggiata di ^{137}Cs ad alta attività.	
4	**Fleurus, Belgio**, 2006: Effetti acuti alla salute per un lavoratore in un impianto commerciale di irraggiamento a causa di un'alta dose di radiazione.	
3	**Yanango**, **Perù**, 1999: Incidente con una sorgente utilizzata per radiografie che ha causato ustioni acute da radiazione.	**Ikitelli, Turchia**, 1999: Perdita di una sorgente di ^{60}Co ad alta attività.
2	**USA**, 2005: Sovraesposizione di un radiologo con superamento del limite annuale di dose per i lavoratori.	**Francia**, 1995: Rottura dei sistemi di controllo dell'accesso ad un impianto acceleratore di particelle.
1		Furto di uno strumento di misura della densità-umidità.
0		

[1] Per le informazioni contenute nel presente allegato sono stati utilizzati il rapporto NRPB-W19 "Emergency Data Handbook" e la pubblicazione "INES Factsheet" della IAEA oltre naturalmente al sito WEB della IAEA citato nel testo.

Tabella A7.2 - Esempi di eventi negli impianti nucleari o in impianti del ciclo del combustibile

	AREE DI IMPATTO		
LIVELLO INES	**AMBIENTE E POPOLAZIONE Impatto esterno al sito**	**BARRIERE RADIOLOGICHE E SISTEMI DI CONTROLLO Impatto interno al sito**	**DEGRADO DELLA DIFESA IN PROFONDITA'**
7	Impianto nucleare di **Chernobyl**, **URSS**, (oggi Ucraina), 1986: Effetti sulla salute e sull'ambiente su vaste aree. Rilascio di una significativa frazione dell'inventario del nocciolo del reattore.		
6	Impianto nucleare per il trattamento di combustibili irradiati di **Kyshtym**, **URSS**, (oggi Russia), 1957: Rilascio significativo di materiale radioattivo nell'ambiente a causa dell'esplosione di un serbatoio contenente rifiuti ad alta attività.		
5	Impianto nucleare di **Windscale**, **Regno Unito**, 1957: Rilascio di materiale radioattivo in seguito ad un incendio nel nocciolo del reattore.	Impianto nucleare di **Tree Mile Island**, **USA**, 1979: Gravi danni al nocciolo del reattore.	
4	**Tokaimura**, **Giappone**, 1999: Sovraesposizione letale per i lavoratori in seguito a un evento di criticità neutronica in un impianto nucleare.	**Saint Laurent des Eaux**, **Francia**, 1980: Fusione di un canale di combustibile senza rilascio all'esterno del sito.	
3		**Sellafield**, **Regno Unito**, 2005: Rilascio di notevoli quantità di materiale radioattivo, contenuto all'interno dell'istallazione.	**Vandellos**, **Spagna**, 1989: Quasi un incidente, causato da un incendio che ha provocato la perdita dei sistemi di sicurezza della centrale nucleare.
2	**Atucha**, **Argentina**, 2005: Sovraesposizione di un lavoratore superiore al limite annuale di dose in una centrale nucleare..	**Cadarache**, **Francia**, 1993: Contaminazione diffusa in un'area non prevista nel progetto.	**Forsmark**, **Svezia**, 2006: Degrado delle funzioni di sicurezza per un guasto nel sistema di alimentazione elettrica di emergenza nella centrale nucleare.
1			Superamento dei limiti operativi in un impianto nucleare.
0			

A7.2 DESCRIZIONE DEI PRINCIPALI EVENTI

Ciascun evento è descritto in termini di tipo di struttura coinvolta, natura dell'incidente, quantità e tipi di radionuclidi rilasciati, dosi di radiazioni risultanti, contromisure adottate e, dove rilevante, valutazione dell'incidente nella Scala Internazionale degli Eventi Nucleari (INES).

A7.2.1 KYSHTYM (1957)

Kyshtym è una città situata negli Urali meridionali della Russia. Vicino alla città è collocato Chelyabinsk-40, una installazione militare che produceva materiali per armi nucleari e che comprendeva uno stabilimento radiochimico per l'estrazione del plutonio. Nel processo venivano prodotte scorie ad alta radioattività (HLW), successivamente stoccate sul posto in serbatoi di acciaio inossidabile raffreddati ad acqua.

Descrizione dell'evento

Il 29 settembre del 1957, uno dei serbatoi d'acciaio contenente 70-80 tonnellate di HLW esplose, rilasciando radionuclidi nell'ambiente. Dettagli precisi dell'incidente e delle sue cause non sono noti. La commissione sovietica di investigazione concluse che la causa più probabile del fatto era stata una esplosione chimica all'interno di un serbatoio di HLW surriscaldato. E' estremamente probabile che problemi di corrosione e il mancato funzionamento del sistema di monitoraggio causarono la perdita nel sistema di raffreddamento ad acqua.

Stima dei rilasci

E' stato stimato che sia stato rilasciato un totale di 740.000 TBq di prodotti di fissione di varia natura, equivalente approssimativamente al 10% del totale del materiale radioattivo presente nel serbatoio. Il materiale radioattivo fu rilasciato ad una altezza di circa 1000 metri e largamente disperso in forma di aerosol. La deposizione del materiale di questa nuvola causò una contaminazione diffusa nella zona nord-orientale del sito, lungo un percorso di più di 300 km di lunghezza e su un area di circa 20.000 km^2. Stime delle quantità dei singoli radionuclidi rilasciati sono mostrati sotto forma di intervalli nella tabella A7.3.

Tabella A7.3. Radionuclidi rilasciati in forma di aerosol durante l'incidente di Kyshtym.

Radionuclide	Attività rilasciata (TBq)
^{89}Sr	0-2.000
^{90}Sr	4.000-5.000
$^{95}Zr/^{95}Nb$	16.000-18.000
^{106}Ru	3.000
^{137}Cs	30-700
^{144}Ce	50.000

Valutazione delle dosi e provvedimenti di radioprotezione

I ratei di dose iniziali superarono i 4 Gy h^{-1} entro 100 m dal punto di rilascio e scesero a 30 mGy h^{-1} a 3 km. Le dosi agli individui della popolazione nel primo anno derivarono principalmente da ^{144}Ce e ^{144}Pr (dosi beta) e ^{95}Zr e ^{95}Nb (dosi gamma), mentre nel lungo periodo le dosi furono determinate da ^{90}Sr. Quasi 11.000 persone furono trasferite da 23 località in un'area di 700 km^2, dove la contaminazione al suolo di ^{90}Sr superava 0.1 MBq m^{-2}. Solo un quarto circa di quest'area rimase disabitato fino alla fine del 1990. Nell'area colpita furono applicate anche limitazioni all'agricoltura. Non sono disponibili stime complete della dose collettiva per la popolazione coinvolta in questo incidente.

Valutazione INES

L'incidente di Kyshtym sarebbe stato probabilmente collocato al Livello 6 della Scala INES, come incidente severo, a causa del rilascio all'esterno di prodotti di fissione e dell'esteso provvedimento di evacuazione della popolazione.

A7.2.2. WINDSCALE (1957)

L'impianto di Windscale, gestito dalla UKAEA (United Kingdom Atomic Energy Authority) era situato sulla costa del Cumberland nell'Inghilterra nordoccidentale. Nell'impianto venivano utilizzati due reattori identici ad uranio naturale moderato a grafite per produrre plutonio. I reattori erano raffreddati con aria insufflata da grandi ventilatori in ogni reattore. L'aria era successivamente filtrata ed eliminata attraverso un camino. L'energia di Wigner immagazzinata nel reticolo di grafite del reattore veniva periodicamente rilasciata attraverso un processo di riscaldamento.

Descrizione dell'evento

Il 7 ottobre 1957, durante uno spegnimento di routine del reattore n. 1, fu usato un riscaldamento per iniziare il rilascio dell'energia di Wigner. Un errore strumentale associato ad una lettura scorretta della temperatura del reattore provocò l'inizio della fusione del combustibile. Gli iniziali tentativi di raffreddare il reattore fallirono e scoppiò un incendio, coinvolgendo il combustibile di uranio in forma metallica e la grafite. Il primo rilascio di radioattività fu rilevato il 10 ottobre del 1957. A seguito di vari tentativi senza successo, fu iniettata dell'acqua per raffreddare il nocciolo del reattore.

Stima dei rilasci

Il sistema aperto di raffreddamento ad aria permise ai prodotti di fissione di uscire dal camino. I filtri ridussero significativamente le quantità di frammenti radioattivi di fissione rilasciati, ma non furono efficaci nel prevenire il rilascio degli elementi volatili come lo iodio e i gas nobili. Fu rilasciato anche il Polonio-210 che si stava producendo nel reattore. Nella tabella A7.4 sono mostrate stime dei radionuclidi rilasciati durante l'incendio di Windscale.

Tabella A7.4. Radionuclidi rilasciati durante l'incendio di Windscale.

Radionuclide	**Attività rilasciata (TBq)**
^{3}H	5.000
^{85}Kr	59
^{89}Sr	3
^{90}Sr	0,074
^{106}Ru	3
^{129}Te	31
^{129m}Te	31
^{131}I	740
^{132}Te	440
^{133}Xe	16.000
^{135}Xe	44
^{137}Cs	22
^{144}Ce	3
^{210}Po	8.8
^{239}Pu	0,0016

Valutazione delle dosi e provvedimenti di radioprotezione

La maggiore preoccupazione da un punto di vista sanitario riguardò l'assunzione dello ^{131}I presente nel latte vaccino. Il divieto al consumo di latte ridusse l'ingestione di iodio radioattivo. Le dosi equivalenti alla tiroide nella popolazione locale furono stimate in più di 20 mSv per gli adulti e più di 60 mSv per i bambini. Tuttavia, la massima attività misurata nella tiroide di un bambino fu ricondotta ad una dose equivalente di circa 160 mSv. La dose efficace massima individuale, includendo l'esposizione ad altri radionuclidi e attraverso diverse vie, è stata stimata in 9 mSv. La tabella A7.5 mostra la dose efficace collettiva ricevuta dalla popolazione nel Cumberland, nel Regno Unito e in Europa a seguito dell'incidente.

Tabella A7.5. Dose collettiva efficace (Sv·persona) dovuta all'incendio di Windscale.

Via di contaminazione	**Cumberland**	**Regno Unito**	**Europa**
Inalazione	35	900	980
Ingestione di latte	88	570	590
Altri cibi	12	170	190
Esterna da nube	4,9	54	57
Esterna da deposizione sul terreno	12	190	210
Totale (arrotondato)	150	1.900	2.000

Valutazione INES

L'incidente di Windscale sarebbe stato posizionato al Livello 5 nella Scala Internazionale degli Eventi Nucleari, avendo comportato rischi al di fuori del sito per il rilascio all'esterno di prodotti di fissione.

A7.2.3. THREE MILE ISLAND (1979)

La centrale nucleare di Three Mile Island è ubicata in Pennsylvania, negli USA nord orientali. La centrale comprende due reattori ad acqua pressurizzata (PWR).

Descrizione dell'evento

Il 28 marzo 1979, un guasto tecnico non particolarmente rilevante nel Reattore 2 portò ad una complessa sequenza di eventi con il coinvolgimento dei sistemi di raffreddamento del reattore. Come conseguenza, il reattore perse acqua dal suo circuito primario di raffreddamento e le temperature del combustibile aumentarono considerevolmente. Dopo alcune ore, un terzo del combustibile si era fuso e grandi quantitativi di prodotti di fissione furono rilasciati all'interno dell'alloggiamento del reattore. Alcuni prodotti volatili di fissione, principalmente gas nobili ma con un piccolo quantitativo di iodio, fuoriuscirono in un edificio adiacente e furono rilasciati nell'atmosfera.

Stima dei rilasci

Stime dei rilasci di radionuclidi all'ambiente sono mostrate nella Tabella A7.6. Furono rilasciate solo piccole quantità di iodio radioattivo, paragonate ai gas nobili, grazie al complesso percorso dal nocciolo all'atmosfera e al sistema di contenimento intatto, che condusse l'aria ad uscire attraverso un sistema filtrante. Oltre a ciò, poiché il Reattore 2 aveva cominciato a

funzionare solo un anno prima che l'incidente avvenisse, l'inventario dei prodotti di fissione era ancora relativamente basso al momento dell'incidente.

Tabella A7.6. Radionuclidi rilasciati durante l'incidente di Three Mile Island

Radionuclide	**Attività rilasciata (TBq)**
^{88}Kr	2.300
^{131}I	0,5
^{133}I	0,1
^{133}Xe	310.000
^{133m}Xe	6.300
^{135}Xe	56.000
^{135m}Xe	5.200

Valutazione delle dosi e provvedimenti di radioprotezione

La via principale che portò all'esposizione della popolazione fu la radiazione esterna ad opera dei gas nobili trasportati dall'aria. La massima dose gamma individuale esterna fuori sito fu stimata in 0.83 mSv alla base dei dosimetri a termoluminescenza posizionati nel raggio di 1 km dal sito.

La dose media efficace all'interno di 1 km di distanza dal sito è stata stimata in 0.8 mSv e la più alta dose equivalente alla tiroide a meno di 0.2 mSv. La dose equivalente collettiva impegnata alla tiroide e quella efficace entro gli 80 km sono state valutate negli intervalli 14-28 Sv - persona e 16-53 Sv - persona rispettivamente.

Durante l'incidente, le autorità consigliarono l'allontanamento di gestanti e bambini in età prescolare residenti entro le 5 miglia (8 km) dall'impianto e il riparo al chiuso per le persone che vivevano entro le 10 miglia. La popolazione entro le 5 miglia dall'impianto fu stimata approssimativamente in circa 25.000 abitanti.

Poiché il rilascio risultò quasi interamente di gas nobili, non ci fu una deposizione al suolo e conseguentemente la necessità di adottare restrizioni sul consumo di alimenti o di contromisure di più lungo termine.

Valutazione INES

L'incidente di Three Mile Island sarebbe stato posizionato al Livello 5 nella Scala Internazionale degli Eventi Nucleari, in quanto incidente con rischi al di fuori del sito. Tuttavia il criterio determinante in questo caso fu il danno grave ad un'ampia parte del nocciolo piuttosto che il rilascio in atmosfera di prodotti di fissione.

A7.2.4 CHERNOBYL (1986)

La centrale nucleare di Chernobyl è situata approssimativamente 100 km a nord di Kiev, in Ucraina, vicino alla città di Pripyat. Nel 1986 nel sito erano in funzione quattro reattori RBMK ed altri due erano in costruzione. Il reattore RBMK è moderato a grafite e raffreddato ad acqua.

Descrizione dell'evento

Il 26 aprile 1986 erano in corso di esecuzione test di produzione di elettricità durante l'arresto della turbina. Il test condusse uno dei reattori in una condizione di funzionamento

estremamente instabile e che poteva essere raggiunta solo a seguito del blocco manuale dei sistemi di sicurezza.

L'instabilità crescente del reattore, accoppiata con il quasi totale sollevamento delle barre di controllo, generò un aumento incontrollabile della potenza del reattore (valutato in circa 100 volte il massimo usuale). Successive violente reazioni chimiche e l'aumento di produzione di calore causarono una esplosione che rimosse parzialmente il coperchio di cemento del reattore, esponendo il nocciolo in fiamme rilasciando radionuclidi in atmosfera. Il rilascio è continuato per almeno dieci giorni.

Stima dei rilasci

I radionuclidi che si stima siano stati rilasciati sono mostrati in Tabella A7.7. Fu rilasciato tutto l'inventario dei gas nobili presenti nel nocciolo (isotopi di cripto e xeno), circa il 50-60% dello iodio presente nel nocciolo, il 20-40% del cesio e circa il 3.5% delle terre rare e degli attinidi.

Tabella A7.7. Radionuclidi rilasciati durante l'incidente di Chernobyl

Radionuclidi	**Attività rilasciata (TBq)**
^{89}Sr	115.000
^{90}Sr	10.000
^{99}Mo	>168.000
^{95}Zr	196.000
^{103}Ru	>168.000
^{106}Ru	>73.000
^{131}I	~ 1.760.000
^{132}Te	~ 1.150.000
^{137}Cs	~ 85.000
^{140}Ba	~ 240.000
^{141}Ce	196.000
^{144}Ce	~ 116.000
^{239}Np	~ 95.000
^{238}Pu	35
^{239}Pu	30
^{240}Pu	42
^{241}Pu	~ 6.000
^{242}Cm	~ 900

Valutazione delle dosi e provvedimenti di radioprotezione

L'estensione e la complessità dell'impatto radiologico dell'incidente non sono semplici da sintetizzare. Un numero stimato di 237 lavoratori all'interno dell'impianto subirono sindromi acute da radiazione di varia gravità e vi furono alcune decine di morti. Le dosi risultanti, fino a un massimo di 16 Gy, derivarono principalmente da radiazione esterna beta e gamma. Alcuni lavoratori subirono ustioni molto gravi causate dalla contaminazione di pelle e vestiti. A nessun membro della popolazione fu diagnosticata una sindrome acuta da radiazione.

Le dosi agli individui della popolazione nella regione colpita presentano un'ampia distribuzione. Le dosi al corpo intero nei primi anni dopo l'incidente arrivano fino a alcune centinaia di mSv. Le dosi alla tiroide ai bambini piccoli al tempo del rilascio sono state stimate da valori trascurabili ad almeno 40 Sv nei casi estremi.

La dose collettiva efficace stimata alla popolazione della parte europea dell'Unione Sovietica fu da 10^5 a 10^6 Sv - persona. La dose collettiva efficace alla popolazione europea fu circa 8 10^5 Sv – persona.

Circa 135.000 individui furono evacuati. Fu decisa una zona di esclusione con un raggio di 30 km intorno al sito. In molti stati europei risultarono contaminati generi alimentari, bestiame e corpi d'acqua, con conseguenti restrizioni alla vendita e al consumo di alcuni alimenti. Le restrizioni all'interno delle aree colpite dell'ex Unione Sovietica ed altri paesi rimarrano ancora in vigore per un numero non determinato di anni.

UNSCEAR ha stimato dosi medie annue di 30 mSv a quelle persone che furono evacuate a seguito dell'incidente. Per le persone che continuano a risiedere nelle aree contaminate, la dose annua è stata stimata in 10 mSv nella prima decade successiva all'incidente. UNSCEAR segnala che i valori massimi di dose potrebbero essere più elevati di un ordine di grandezza.
Ci sono stati circa 1800 casi, ad oggi, di cancro alla tiroide in bambini che furono esposti all'epoca dell'incidente. Sempre fino al 2004, non è ancora stato osservato nessun altro effetto sanitario nella popolazione.

Valutazione INES

L'incidente di Chernobyl si colloca al Livello 7 nella Scala Internazionale degli Eventi Nucleari, cioè come il maggiore incidente che comporta rischi al di fuori del sito, a causa del rilascio all'esterno con vasti effetti sull'ambiente e la salute umana.

A7.2.5. GOIÂNIA (1987)

Nel 1985, a seguito del fallimento di una società medica nella città di Goiânia, Brasile, una unità di radioterapia contenente una sorgente ad elevata radioattività fu abbandonata in locali parzialmente demoliti. La sorgente, 50 TBq di ^{137}Cs, era nella forma salina di cloruro di cesio (altamente solubile), compattato e doppiamente sigillato in acciaio.

Descrizione dell'evento

Nel settembre del 1987, alcuni abitanti del posto, in cerca di residui metallici, tolsero la sorgente dal suo alloggiamento nella macchina di radioterapia. In tal modo ruppero la sorgente e conseguentemente diffusero ampiamente la contaminazione in tutta la città. I granelli di sale di cesio emettevano un bagliore blu, rendendo la polvere molto attraente. Sebbene la natura di questo bagliore non sia stata ben compresa durante l'evento, si ritenne che debba essere associata con la fluorescenza o la radiazione Cerenkov..

Parecchie persone del posto, che ormai avevano subito una seria esposizione alla radiazione, incominciarono a mostrare malori. Una persona di una famiglia colpita mostrò un pezzo della sorgente ad un medico ritenendo che fosse all'origine della malattia. Dopo che furono prese in considerazione varie spiegazioni, fu sospettato che la causa fosse la radiazione e si cercò l'assistenza di un fisico sanitario, che confermò livelli di radiazione molto elevati.

Valutazione delle dosi e provvedimenti di radioprotezione

Si stimò che ventuno persone avessero ricevuto dosi superiori a 1 Gy, la più alta delle quali fu approssimativamente 7 Gy. Quattro persone morirono e molte soffrirono di ustioni da radiazione. Alcune persone ingerirono quantitativi di ^{137}Cs superiori a 1 GBq.

Il principale provvedimento radioprotezionistico, oltre che la cura medica per le persone esposte, fu la decontaminazione. Essa fu attuata in un periodo di sei mesi e comprese la demolizione di sette alloggi e la produzione di 3.500 m^3 di rifiuti radioattivi.

ALLEGATO 8

CAPACITA’ OPERATIVE DELLA RETE NAZIONALE DI SORVEGLIANZA DELLA RADIOATTIVITA’ AMBIENTALE

A8 CAPACITA' OPERATIVE DELLA RETE NAZIONALE DI SORVEGLIANZA DELLA RADIOATTIVITA' AMBIENTALE – (DICEMBRE 2008)

A8.1 PREMESSA

Il sistema nazionale di monitoraggio della contaminazione ambientale è costituito dai laboratori elencati nel presente allegato (elenco aggiornato al dicembre 2008). L'elenco evidenzia la capacità operativa della rete in termini di tipologie di analisi che ciascuna struttura è in grado di realizzare. Al riguardo, sono state prese a riferimento le matrici, ambientali e alimentari e le tipologie di misura di maggior rilievo nel corso di un'emergenza radiologica.
Per quanto riguarda la tipologia dei campioni da analizzare sono state considerate le seguenti matrici:

- ambientali: particolato atmosferico, fallout, terreno, acque potabili
- alimentari: latte, vegetali, altre matrici alimentari

Per gli aspetti analitici, sono state evidenziate le competenze di ciascun Laboratorio per quanto attiene a:

- Analisi di spettrometria γ ad alta risoluzione (determinazione β/γ emettitori)
- Misura contaminazione totale β e/o α
- Capacità radioanalitiche per la misurazione dei radionuclidi di difficile rivelabilità (^{90}Sr, Plutonio)

Istituzione	Struttura operativa	Provincia	particolato atmosferico	fallout	Terreno	acque potabili	latte	vegetali	matrici alimentari
ARTA ABRUZZO	Centro di Riferimento Regionale per il Controllo della Radioattività Ambientale Abruzzo	PE	γ	γ		γ	γ	γ	γ
ARPA BASILICATA	Ufficio CRR	PZ							
ARPA CALABRIA	Dipartimento Provinciale di Reggio Calabria	RC			γ		γ Ra-226		γ
ARPA CAMPANIA	Centro di Riferimento Regionale per il Controllo della Radioattività Ambientale Campania	SA					γ	γ	γ
ARPA EMILIA ROMAGNA	Centro di Riferimento Regionale per il Controllo della Radioattività Ambientale Emilia-Romagna	PC		γ Sr-90		γ total β/α Sr-90	γ Sr-90	γ Sr-90	γ
ARPA FVG	Centro di Riferimento Regionale per il Controllo della Radioattività Ambientale Friuli-Venezia Giulia	UD	γ	γ		γ	γ	γ	γ
ARPA LAZIO	Sezione Provinciale di Latina	LT					γ	γ	γ
ARPAL LIGURIA UOLRM	DIPARTIMENTO DI GENOVA - Radioattività ambientale	GE (IM)	γ	γ		γ	γ	γ	γ
ARPA LOMBARDIA	U.O. Agenti Fisici	MI	γ	γ Sr-90 Pu	γ	γ total β/α Sr-90	γ Sr-90	γ	γ
ARPA LOMBARDIA	Dipartimento Provinciale di Bergamo - Laboratorio Attività Ambientale	BG	γ	γ total β		γ	γ	γ	γ

ARPA LOMBARDIA	U.O. Sistemi Ambientali – Area agenti Fisici	CR		γ			γ	γ	γ
ARPA MARCHE	Centro di Riferimento Regionale per il Controllo della Radioattività Ambientale Marche	AN	γ total β/α				γ	γ	γ
ARPA MOLISE	Centro di Riferimento Regionale per il Controllo della Radioattività Ambientale Molise	CB					γ	γ	γ
ARPA PIEMONTE	Centro regionale per le radiazioni ionizzanti e non ionizzanti / Radiazioni Ionizzanti - Reti Regionali di Monitoraggio, Studi e Ricerche (Centro di Riferimento Regionale per il Controllo della Radioattività Ambientale Piemonte) (Polo Radiazoni Arpa Piemonte)	TO	γ total β/α	γ Sr-90 Pu	γ Sr-90 Pu	γ total β/α	γ Sr-90	γ	γ
APPA BOLZANO	Centro di Riferimento Regionale per il Controllo della Radioattività Ambientale Bolzano	BO		γ			γ	γ	γ
APPA TRENTO	Centro di Riferimento Regionale per il Controllo della Radioattività Ambientale Trento	TN	γ total β	γ			γ	γ	γ
ARPA PUGLIA	Centro di Riferimento Regionale per il Controllo della Radioattività Ambientale Puglia	BA					γ	γ	γ
ARPA SARDEGNA	Centro di Riferimento Regionale per il Controllo della Radioattività Ambientale Sardegna (*)	CA		γ total β/α			γ Sr-90	γ Sr-90	γ
ARPA SARDEGNA	DIP SS	SS	γ total β/α			γ	γ		γ
ARPA SICILIA	Centro di Riferimento Regionale per il Controllo della Radioattività Ambientale Sicilia	CT					γ		γ
ARPA SICILIA	Centro di Riferimento Regionale per il Controllo della Radioattività Ambientale Sicilia (Dipartimento ARPA di Palermo U.S.L. n. 59) (Direzione Generale Struttura Tecnica V Agenti fisici)	PA	γ total β			γ	γ	γ	γ
ARPA TOSCANA	Centro di Riferimento Regionale per il Controllo della Radioattività Ambientale Toscana	FI	γ	γ	γ	γ	γ	γ	γ

ARPA UMBRIA	Laboratorio chimico, fisico e biologico - Dipartimento di Perugia	PG	γ **total** β	γ			γ	γ	γ
ARPA VALLE D'AOSTA	Centro di Riferimento Regionale per il Controllo della Radioattività Ambientale Valle d'Aosta	AO	γ **total** β	γ	γ		γ	γ	γ
ARPA VENETO	Centro Regionale Radioattività	VR	γ	γ		γ	γ	γ	γ
ARPA VENETO	Unità Operativa Agenti Fisici	BL	γ				γ	γ	γ
ARPA VENETO	U.O. Agenti Fisici	PD		γ			γ	γ	γ
ARPA VENETO	Dipartimento Provinciale di Vicenza	VI					γ		γ
ARPA VENETO	DIPARTIMENTO PROVINCIALE DI VENEZIA SERVIZIO TERRITORIALE U.O. Agenti Fisici	VE					γ		γ

γ – analisi contenuto radioisotopi β/γ -emettitori mediante catene spettrometriche ad alta risoluzione (rivelatori HPGe)

total β/α – misura contaminazione totale emettitori β e/o α

Sr-90, Pu, Ra-226 – tecniche radioanalitiche per la determinazione di Sr-90, isotopi del Plutonio (Pu-238, Pu-239 e Pu-249), Ra-226

(*) – tecnica radioanalitica delle acque marine per la determinazione della concentrazione di Uranio

ALLEGATO 9

GRUPPO DI LAVORO PER LA “REVISIONE DEL PIANO NAZIONALE DELLE MISURE PROTETTIVE CONTRO LE EMERGENZE RADIOLOGICHE”

GRUPPO DI LAVORO PER LA "REVISIONE DEL PIANO NAZIONALE DELLE MISURE PROTETTIVE CONTRO LE EMERGENZE RADIOLOGICHE", istituito con decreto rep. n. 6636 del 12 dicembre 2007

Riccardo COLOZZA	Dipartimento della protezione civile
Giovanni DODDI	Dipartimento della protezione civile
David FABI	Dipartimento della protezione civile
Silvia FRANZERO	Dipartimento della protezione civile
Cosimo GOLIZIA	Dipartimento della Protezione civile
Marco LEONARDI	Dipartimento della protezione civile
Sergio MANCIOPPI	Dipartimento della protezione civile
Marzia MATTEUCCI	Dipartimento della protezione civile
Valeria PALMIERI	Dipartimento della protezione civile
Roberto PIZZI	Dipartimento della protezione civile
Lorella SALVATORI	Dipartimento della protezione civile
Salvatore FRULLANI	Istituto Superiore di Sanità
Antonia ROGANI	Istituto Superiore di Sanità
Giuseppe DE LUCA	Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
Lamberto MATTEOCCI	Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
Paolo ZEPPA	Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

10A05644

ITALO ORMANNI, *direttore*

ALFONSO ANDRIANI, *redattore*
DELIA CHIARA, *vice redattore*

(G003074/1) Roma, 2010 - Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato S.p.A. - S.

MODALITÀ PER LA VENDITA

La «Gazzetta Ufficiale» e tutte le altre pubblicazioni dell'Istituto sono in vendita al pubblico:

- **presso l'Agenzia dell'Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato S.p.A. in ROMA, piazza G. Verdi, 10 - ☎ 06 85082147;**
- **presso le librerie concessionarie riportate nell'elenco consultabile sul sito www.ipzs.it, al collegamento rete di vendita (situato sul lato destro della pagina).**

L'Istituto conserva per la vendita le Gazzette degli ultimi 4 anni fino ad esaurimento. Le richieste per corrispondenza potranno essere inviate a:

Funzione Editoria - U.O. DISTRIBUZIONE
Attività Librerie concessionarie, Vendita diretta e Abbonamenti a periodici
Piazza Verdi 10, 00198 Roma
fax: 06-8508-4117
e-mail: editoriale@ipzs.it

avendo cura di specificare nell'ordine, oltre al fascicolo di GU richiesto, l'indirizzo di spedizione e di fatturazione (se diverso) ed indicando i dati fiscali (codice fiscale e partita IVA, se titolari) obbligatori secondo il DL 223/2007. L'importo della fornitura, maggiorato di un contributo per le spese di spedizione, sarà versato in contanti alla ricezione.

GAZZETTA UFFICIALE DELLA REPUBBLICA ITALIANA

CANONI DI ABBONAMENTO ANNO 2010 (salvo conguaglio) (*)

GAZZETTA UFFICIALE - PARTE I (legislativa)

			CANONE DI ABBONAMENTO
Tipo A	Abbonamento ai fascicoli della serie generale, inclusi tutti i supplementi ordinari:		
	(di cui spese di spedizione € 257,04)	- annuale	€ **438,00**
	(di cui spese di spedizione € 128,52)	- semestrale	€ **239,00**
Tipo A1	Abbonamento ai fascicoli della serie generale, inclusi i soli supplementi ordinari contenenti i provvedimenti legislativi:		
	(di cui spese di spedizione € 132,57)	- annuale	€ **309,00**
	(di cui spese di spedizione € 66,28)	- semestrale	€ **167,00**
Tipo B	Abbonamento ai fascicoli della serie speciale destinata agli atti dei giudizi davanti alla Corte Costituzionale:		
	(di cui spese di spedizione € 19,29)	- annuale	€ **68,00**
	(di cui spese di spedizione € 9,64)	- semestrale	€ **43,00**
Tipo C	Abbonamento ai fascicoli della serie speciale destinata agli atti della CE:		
	(di cui spese di spedizione € 41,27)	- annuale	€ **168,00**
	(di cui spese di spedizione € 20,63)	- semestrale	€ **91,00**
Tipo D	Abbonamento ai fascicoli della serie destinata alle leggi e regolamenti regionali:		
	(di cui spese di spedizione € 15,31)	- annuale	€ **65,00**
	(di cui spese di spedizione € 7,65)	- semestrale	€ **40,00**
Tipo E	Abbonamento ai fascicoli della serie speciale destinata ai concorsi indetti dallo Stato e dalle altre pubbliche amministrazioni:		
	(di cui spese di spedizione € 50,02)	- annuale	€ **167,00**
	(di cui spese di spedizione € 25,01)	- semestrale	€ **90,00**
Tipo F	Abbonamento ai fascicoli della serie generale, inclusi tutti i supplementi ordinari, e dai fascicoli delle quattro serie speciali:		
	(di cui spese di spedizione € 383,93)	- annuale	€ **819,00**
	(di cui spese di spedizione € 191,46)	- semestrale	€ **431,00**
Tipo F1	Abbonamento ai fascicoli della serie generale inclusi i supplementi ordinari con i provvedimenti legislativi e ai fascicoli delle quattro serie speciali:		
	(di cui spese di spedizione € 264,45)	- annuale	€ **682,00**
	(di cui spese di spedizione € 132,22)	- semestrale	€ **357,00**

N.B.: L'abbonamento alla GURI tipo A, A1, F, F1 comprende gli indici mensili
Integrando con la somma di € 80,00 il versamento relativo al tipo di abbonamento alla ***Gazzetta Ufficiale*** - parte prima - prescelto, si riceverà anche l'**Indice Repertorio Annuale Cronologico per materie anno 2010.**

CONTO RIASSUNTIVO DEL TESORO

Abbonamento annuo (incluse spese di spedizione) € **56,00**

PREZZI DI VENDITA A FASCICOLI

(Oltre le spese di spedizione)

Prezzi di vendita:	serie generale	€ 1,00
	serie speciali (escluso concorsi), ogni 16 pagine o frazione	€ 1,00
	fascicolo serie speciale, *concorsi*, prezzo unico	€ 1,50
	supplementi (ordinari e straordinari), ogni 16 pagine o frazione	€ 1,00
	fascicolo Conto Riassuntivo del Tesoro, prezzo unico	€ 6,00

I.V.A. 4% a carico dell'Editore

PARTE I - 5ª SERIE SPECIALE - CONTRATTI ED APPALTI

(di cui spese di spedizione € 127,00)	- annuale	€ **295,00**
(di cui spese di spedizione € 73,20)	- semestrale	€ **162,00**

GAZZETTA UFFICIALE - PARTE II

(di cui spese di spedizione € 39,40)	- annuale	€ **85,00**
(di cui spese di spedizione € 20,60)	- semestrale	€ **53,00**

Prezzo di vendita di un fascicolo, ogni 16 pagine o frazione (oltre le spese di spedizione) € 1,00
I.V.A. 20% inclusa

RACCOLTA UFFICIALE DEGLI ATTI NORMATIVI

Abbonamento annuo	€ **190,00**
Abbonamento annuo per regioni, province e comuni - SCONTO 5%	€ **180,50**
Volume separato (oltre le spese di spedizione)	€ 18,00

I.V.A. 4% a carico dell'Editore

Per l'estero i prezzi di vendita, in abbonamento ed a fascicoli separati, anche per le annate arretrate, compresi i fascicoli dei supplementi ordinari e straordinari, devono intendersi raddoppiati. Per il territorio nazionale i prezzi di vendita dei fascicoli separati, compresi i supplementi ordinari e straordinari, relativi ad anni precedenti, devono intendersi raddoppiati. Per intere annate è raddoppiato il prezzo dell'abbonamento in corso. Le spese di spedizione relative alle richieste di invio per corrispondenza di singoli fascicoli, vengono stabilite, di volta in volta, in base alle copie richieste.

N.B. - Gli abbonamenti annui decorrono dal 1° gennaio al 31 dicembre, i semestrali dal 1° gennaio al 30 giugno e dal 1° luglio al 31 dicembre.

RESTANO CONFERMATI GLI SCONTI IN USO APPLICATI AI SOLI COSTI DI ABBONAMENTO

ABBONAMENTI UFFICI STATALI

Resta confermata la riduzione del 52% applicata sul solo costo di abbonamento

* tariffe postali di cui al Decreto 13 novembre 2002 (G.U. n. 289/2002) e D.P.C.M. 27 novembre 2002 n. 294 (G.U. 1/2003) per soggetti iscritti al R.O.C.